

TWO-DIMENSION/THREE-DIMENSION INTEGRATED TYPE CAD SYSTEM

Patent number: JP7334534
Publication date: 1995-12-22
Inventor: WATABE HIDEO; others: 03
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
 - International: G06F17/50
 - european:
Application number: JP19940122771 19940603
Priority number(s):

Also published

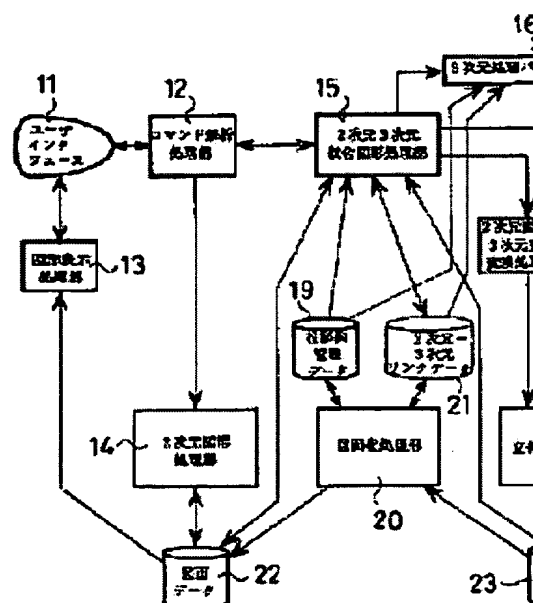
US570

31355 U.S. PTO
 10/763191
 012604

Abstract of JP7334534

PURPOSE: To use information of a two-dimensional drawing which is previously generated, to perform a three-dimensional solid arrangement and to reduce plural processings required for the input operation of three-dimensional arrangement and to reduce parameter input by selecting a two-dimensional drawing element to give an instruction to arrange the three-dimensional solid.

CONSTITUTION: A command analysis processing part 12 judges whether the operation of a user is an arrangement operation or not, and transfers the operation data to a two-dimension/three-dimension integrated graphic processing part 15. The two-dimension/three-dimension integrated graphic processing part 15 analyzes element data being operation data, pick up data and input data, and judges whether they are in three-dimensional arrangement or not. When they are judged to be in three-dimensional arrangement, a three-dimensional arrangement parameter is obtained by using a three-dimensional processing parameter calculation part 16. When the arrangement operation and the arrangement parameter are decided, thereby, the two-dimension/three-dimension integration processing part 15 calls a solid form processing part 18 and executes a three-dimensional arrangement processing.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-334534

(43)公開日 平成7年(1995)12月22日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 6 F 17/50

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

0834-5H

G 0 6 F 15/ 60

4 0 0 A

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 26 頁)

(21)出願番号 特願平6-122771

(22)出願日 平成6年(1994)6月3日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 渡部 秀雄

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社産業システム研究所内

(72)発明者 坊 寛

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社産業システム研究所内

(72)発明者 宮田 亮

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社産業システム研究所内

(74)代理人 弁理士 田澤 博昭 (外2名)

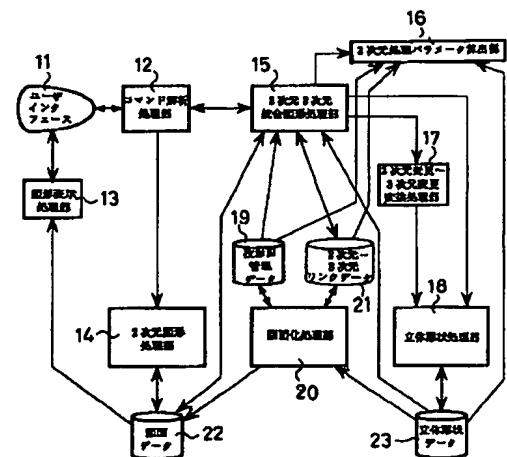
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 2次元3次元統合型CADシステム

(57)【要約】

【目的】 2次元図形と3次元立体の投影図形の統一的操作が可能で、2次元、3次元機能の区別をせずに効率よく作図でき、図面ベースでの3次元立体操作を可能にする。

【構成】 入力された2次元図形と3次元立体の投影図形が混在した図面データから内部立体を構築し、その内部立体を投影した図形から各図面を作成する。投影した図形に対して2次元の修正を行う場合、投影した図形と内部立体の関係を保持し、対象となる投影図形と関係する内部立体の部分形状を以後非投影とすることで再投影時にも先の修正が保持され、立体を修正した場合、2次元機能で修正した図形と残りの投影図形の関係づけにより、修正した図形が残りの投影図形と連動する。



- 11: ユーザインタフェース部 (入力装置、出力装置)
- 13: 図形表示処理部 (表示手段)
- 14: 2次元図形処理部 (作図手段)
- 15: 2次元3次元統合図形処理部 (処理手段、要素修正手段)
- 17: 2次元図形→3次元図形変換処理部 (変換手段)
- 18: 3次元図形→2次元図形変換処理部 (変換手段)
- 20: 図面化処理部 (投影手段、展開手段、作成手段)
- 21: 2次元-3次元リンクデータ (関係管理手段)
- 23: 立 形状データ (立体管理手段)

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ユーザが入力装置を用いて 2 次元作図図形を作図するための作図手段と、3 次元の立体を投影して 2 次元投影図形を作図する投影手段と、前記 2 次元作図図形と 2 次元投影図形を 1 つの図面として出力装置の画面上に表示する表示手段と、前記 3 次元の立体を管理する立体管理手段と、前記 2 次元投影図形と投影元の 3 次元の立体との関係を管理する関係管理手段と、前記 2 次元投影図形の修正によって 3 次元の立体を修正する修正手段と、製図図面で表れる図形要素やシンボル、注記などの 2 次元の図面データと各データの製図作法上の意味などを解釈し活用することにより、前記 3 次元の立体の立体配置を処理する処理手段とを備えた 2 次元 3 次元統合型 CAD システム。

【請求項 2】 ユーザが入力装置を用いて 2 次元作図図形を作図するための作図手段と、3 次元の立体を投影して 2 次元投影図形を作図する投影手段と、前記 2 次元作図図形と 2 次元投影図形を 1 つの図面として出力装置の画面上に表示する表示手段と、前記 3 次元の立体を管理する立体管理手段と、前記 2 次元投影図形と投影元の 3 次元の立体との関係を管理する関係管理手段と、前記 2 次元投影図形の修正によって 3 次元の立体を修正する修正手段と、製図規則として決められた作図技法と 2 次元の図面情報を活用して、前記 3 次元の立体の立体配置を処理する処理手段とを備えた 2 次元 3 次元統合型 CAD システム。

【請求項 3】 ユーザが入力装置を用いて 2 次元作図図形を作図するための作図手段と、3 次元の立体を投影して 2 次元投影図形を作図する投影手段と、前記 2 次元作図図形と 2 次元投影図形を 1 つの図面として出力装置の画面上に表示する表示手段と、前記 3 次元の立体を管理する立体管理手段と、前記 2 次元投影図形と投影元の 3 次元の立体との関係を管理する関係管理手段と、前記 2 次元投影図形の修正によって 3 次元の立体を修正する修正手段と、2 次元図面情報と投影情報とを用いて、前記 3 次元の立体の立体配置を処理する処理手段とを備えた 2 次元 3 次元統合型 CAD システム。

【請求項 4】 ユーザが入力装置を用いて 2 次元作図図形を作図するための作図手段と、3 次元の立体を投影して 2 次元投影図形を作図する投影手段と、前記 2 次元作図図形と 2 次元投影図形を 1 つの図面として出力装置の画面上に表示する表示手段と、前記 3 次元の立体を管理する立体管理手段と、前記 2 次元投影図形と投影元の 3 次元の立体との関係を管理する関係管理手段と、前記 2 次元投影図形の修正によって 3 次元の立体を修正する修正手段と、複数の投影図の情報と前記 3 次元の立体の形状情報とを用いて、前記 3 次元の立体配置を処理する処理手段とを備えた 2 次元 3 次元統合型 CAD システム。

【請求項 5】 ユーザが入力装置を用いて 2 次元作図図形を作図するための作図手段と、3 次元の立体を投影し

2

て 2 次元投影図形を作図する投影手段と、前記 2 次元作図図形と 2 次元投影図形を 1 つの図面として出力装置の画面上に表示する表示手段と、前記 3 次元の立体を管理する立体管理手段と、前記 2 次元投影図形と投影元の 3 次元の立体との関係を管理する関係管理手段と、前記 2 次元投影図形の修正によって 3 次元の立体を修正する修正手段と、フィレットやチャンファなどの細部形状を前記 3 次元の立体のエッジの属性データとして有し、前記 3 次元の立体から 2 次元投影図を作成する図面化の段階で、前記細部形状の 2 次元投影図形にふさわしい 2 次元図形に展開する展開手段とを備えた 2 次元 3 次元統合型 CAD システム。

【請求項 6】 ユーザが入力装置を用いて 2 次元作図図形を作図するための作図手段と、3 次元の立体を投影して 2 次元投影図形を作図する投影手段と、前記 2 次元作図図形と 2 次元投影図形を 1 つの図面として出力装置の画面上に表示する表示手段と、前記 3 次元の立体を管理する立体管理手段と、前記 2 次元投影図形と投影元の 3 次元の立体との関係を管理する関係管理手段と、前記 2 次元投影図形の修正によって 3 次元の立体を修正する修正手段と、前記 2 次元投影図形の修正情報に対応させて、前記 3 次元の立体のエッジに投影属性を付与し、前記 3 次元の立体から 2 次元投影図を作成する図面化の段階で、前記投影属性に従って 2 次元の図形を作成する作成手段とを備えた 2 次元 3 次元統合型 CAD システム。

【請求項 7】 ユーザが入力装置を用いて 2 次元作図図形を作図するための作図手段と、3 次元の立体を投影して 2 次元投影図形を作図する投影手段と、前記 2 次元作図図形と 2 次元投影図形を 1 つの図面として出力装置の画面上に表示する表示手段と、前記 3 次元の立体を管理する立体管理手段と、前記 2 次元投影図形と投影元の 3 次元の立体との関係を管理する関係管理手段と、前記 2 次元投影図形の修正によって 3 次元の立体を修正する修正手段と、前記 2 次元投影図形の要素と 2 次元作図図形の要素との接続情報を用いて、前記 2 次元投影図形の要素の修正に連動した前記 2 次元作図図形の要素の修正を行う要素修正手段とを備えた 2 次元 3 次元統合型 CAD システム。

【請求項 8】 ユーザが入力装置を用いて 2 次元作図図形を作図するための作図手段と、3 次元の立体を投影して 2 次元投影図形を作図する投影手段と、前記 2 次元作図図形と 2 次元投影図形を 1 つの図面として出力装置の画面上に表示する表示手段と、前記 3 次元の立体を管理する立体管理手段と、前記 2 次元投影図形と投影元の 3 次元の立体との関係を管理する関係管理手段と、前記 2 次元投影図形の修正によって 3 次元の立体を修正する修正手段と、前記 2 次元投影図形の修正情報に対応させて、前記 3 次元の立体のエッジに投影属性を付与し、前記 3 次元の立体から 2 次元投影図を作成する図面化の段階で、前記投影属性に従って 2 次元の図形を作成する作

成手段と、前記 2 次元投影図形の要素と 2 次元作図図形の要素との接続情報を用いて、前記 2 次元作図図形の要素を 3 次元形状の修正要素に変換する変換手段とを備えた 2 次元 3 次元統合型 CAD システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、コンピュータを用いて機械設計を支援する CAD システム、特にユーザが作図した 2 次元作図図形と、3 次元の立体を投影することによって得た 2 次元投影図形とを統一的に処理する 2 次元 3 次元統合型 CAD システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】機械の設計においては、設計者の構想の整理や検討、他人への設計意図の伝達のために、設計対象物である立体の形状や属性を含む製品データを三面図や断面図などの複数の 2 次元図形を 1 つの図面として作成編集する。このような複数の図面を作成する場合、3 次元の立体を投影することにより複数の図面を自動的に作成することが可能となり、図面作成作業を効率的に行える。また、2 次元投影図形とその投影元の 3 次元の立体との対応をとることにより、1 つの投影図の修正によって 3 次元の立体の修正を行い、その 3 次元の修正を複数の投影図に反映させることで、1 つの投影図の修正で他の投影図の修正を自動的に行うことが考えられている。

【0003】図 47 は、例えば特開平 4-111067 号公報に示された、従来のそのような 2 次元 3 次元統合型 CAD システムのシステム構成を示すブロック図である。図において、1 はコマンドやパラメータによって図形が入力される図形入力装置、2 は入力されたコマンドやパラメータの解釈を行うコマンド処理機構、3、4 はコマンド処理機構 2 より起動される 3 次元データ管理機構および 3 次元データ表示機構、5 はコマンド処理機構 2 と 3 次元データ表示機構 4 より起動される 2 次元/3 次元統合機構、6 はコマンド処理機構 2 と 2 次元/3 次元統合機構 5 より起動される 2 次元データ管理機構、7 は 2 次元データ管理機構 6 より起動される 2 次元データ表示機構、8 は 3 次元データ管理機構 3、2 次元/3 次元統合機構 5 および 2 次元データ管理機構 6 からのデータを保存する図形データ保存装置、9 は 3 次元データ表示機構 4 および 2 次元データ表示機構 7 からの描画命令に従って図形の表示を行う図形データ表示装置である。

【0004】このように構成された従来の 2 次元 3 次元統合型 CAD システムは、立体形状とそれを投影してできた 2 次元の投影図形とを双方向に関連づけ、2 次元の投影図形を変更することで 3 次元の立体形状がそれと同期して変更し、その変更と同期して複数の投影図の 2 次元投影図形を変更するものである。以下にその動作を説明する。

【0005】ユーザが図形入力装置 1 を用いてコマンド

やパラメータを入力する。コマンド処理機構 2 は、この図形入力装置 1 から入力されたコマンドやパラメータを解釈して、3 次元データ管理機構 3、3 次元データ表示機構 4、2 次元/3 次元統合機構 5、2 次元データ管理機構 6 および 2 次元データ表示機構 7 を起動して、ユーザが意図する図形をシステム内に生成する。

【0006】すなわち、コマンド処理機構 2 より起動された 3 次元データ管理機構 3 は、図形データ保存装置 8 との間で 3 次元図形データの読み書きを行い、3 次元データ表示機構 4 はコマンド処理機構 2 で作成、変更された 3 次元データに従って、3 次元図形の表示、消去を指示する 3 次元図形表示描画命令を図形データ表示装置 9 に発行するとともに、2 次元データと 3 次元データの同期をとる必要があれば、2 次元/3 次元統合機構 5 を起動する。2 次元/3 次元統合機構 5 はコマンド処理機構 2 または 3 次元データ表示機構 4 より起動されると 2 次元データと 3 次元データを同期させ、図形データ保存装置 8 との間で 2 次元/3 次元リンクデータの読み書きを行う。2 次元データ管理機構 6 はコマンド処理機構 2 または 2 次元/3 次元統合機構 5 より起動されると、図形データ保存装置 8 との間で 2 次元図形データの読み書きを行って、2 次元データ表示機構 7 を起動する。2 次元データ表示機構 7 は 2 次元データ管理機構 6 より起動されると、2 次元データ管理機構 6 が図形データ保存装置 8 との間で読み書きされた 2 次元図形データを受け取り、それに従って、2 次元図形の表示、消去を指示する 2 次元図形表示描画命令を図形データ表示装置 9 に発行する。

【0007】このように、上記従来の 2 次元 3 次元統合型 CAD システムでは、2 次元の図形要素への修正操作が起動された場合、対象の 2 次元図形要素が 3 次元稜線と関連をもつかどうかを判断して、関連がない場合はコマンド処理機構 2 が 2 次元図形を変更し、3 次元稜線と関連する場合は、2 次元の修正操作を 3 次元の修正操作に変更して、コマンド処理機構 2 が 3 次元データを変更し、その変更を 2 次元データに反映させている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の 2 次元 3 次元統合型 CAD システムでは、2 次元と 3 次元との関係を持ち、2 次元の図面を用いたコマンドやパラメータ入力から 3 次元の稜線の処理の解釈機構をもつため、2 次元図形の変更が 3 次元の立体形状に反映し、その結果を複数の投影図に反映することができるが、以下に示すような種々の問題点があった。

【0009】すなわち、2 次元の図形要素の修正で 3 次元の修正に対するコマンドは提供されるものの、2 次元図形を 3 次元の立体生成に利用するための機構を備えておらず、また、投影図形の修正である 2 次元空間の修正を単純に 3 次元形状の稜線や平面の 3 次元空間の修正としているが、単純な 2 次元空間から 3 次元空間への拡張

操作では3次元の立体修正ができない場合があり、例えば線分の削除により3次元の稜線であるエッジや面を削除することは3次元の立体の操作としてはふさわしくなく、そのため、単純に2次元空間から3次元空間への拡張操作では扱えない投影図形の操作を禁止せざるを得なくなり、ユーザの2次元操作の柔軟性を損なってしまう。

【0010】さらに、ユーザが作図した図形で3次元の立体と関連を持たない2次元作図図形と3次元の立体を投影して作成した2次元投影図形との相互の関係を考慮していないため、当初2次元作図図形と2次元投影図形とが製図の図面としてユーザが意図したものであっても、立体の変更とその2次元投影図形の変更により、2次元作図図形と2次元投影図形とが製図の図面としてユーザが意図したものと違うようになり、また、3次元形状からの2次元投影図形の生成も3次元形状の稜線を対象としているため、3次元の曲面のシルエットカーブが2次元投影図に反映されず、そのため2次元投影図形と3次元形状の曲面との対応がとれず、例えば球が存在する場合は2次元投影図には何も表示されず操作もできなくなり、さらに、3次元形状の配置を行う操作において、投影面に対する投影図形の配置で3次元形状を配置しているため、3次元形状の配置が投影面の平面に限定されてしまうなどの問題点があった。

【0011】この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、第1の目的は、ユーザが作図した2次元作図図形と2次元投影図形とを用いて3次元の立体形状の生成および編集が可能であり、また2次元投影図形の編集操作に制限を与えることなく上記2つの2次元図形を区別なく操作でき、なおかつ図面情報と3次元形状の情報を活用して、図面を用いた3次元形状の操作を簡易なものとするものである。また、第2の目的は、ユーザが作図した2次元作図図形あるいは2次元投影図形を用いて輪郭図形を作成して、その輪郭図形に厚みを加えたり、輪郭図形を回転させるなどして立体を生成し、あるいは直方体や円筒などの立体を直接定義して、その立体を複数の投影面に投影することにより、複数投影面の図形を自動作図する2次元3次元統合型CADシステムを得るものである。

【0012】さらに、第3の目的は、自動作図された2次元投影図形にさらにユーザが作図を加えて作図作業を進める過程で、立体生成を行ったり、図形の編集を行う場合に、2次元投影図形とユーザが作図した2次元作図図形とを区別なく操作できるようにするものである。また、第4の目的は、立体修正により更新された2次元投影図形の修正によりユーザが作図した2次元作図図形も自動修正できるようにするものであり、第5の目的は、図面情報と製図規則、3次元形状情報、あるいは2次元と3次元との関連情報を活用することにより、3次元形状の配置操作に必要なパラメータを自動的に算出

し、ユーザの入力操作を少なくするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明に係る2次元3次元統合型CADシステムは、3次元の立体の立体配置を、製図図面で表れる図形要素やシンボル、注記などの2次元の図面データと各データの製図作法上の意味などを解釈し活用することによって処理する処理手段を設けたものである。

【0014】また、請求項2に記載の発明に係る2次元3次元統合型CADシステムは、3次元の立体の立体配置を処理する処理手段が、当該処理を製図規則として決められた作図技法と2次元の図面情報を活用して行うようにしたものである。

【0015】また、請求項3に記載の発明に係る2次元3次元統合型CADシステムは、3次元の立体の立体配置を処理する処理手段が、当該処理を2次元図面情報と投影情報とを用いて行うようにしたものである。

【0016】また、請求項4に記載の発明に係る2次元3次元統合型CADシステムは、3次元の立体の立体配置を処理する処理手段が、当該処理を複数の投影図の情報と3次元の立体の形状情報とを用いて行うようにしたものである。

【0017】また、請求項5に記載の発明に係る2次元3次元統合型CADシステムは、立体形状の細部の形状であるフィレットやチャンファなどを3次元の立体のエッジの属性データとして有する展開手段を設け、細部形状の2次元投影図形にふさわしい2次元図形への展開を、3次元の立体から2次元投影図を作成する図面化の段階で行うようにしたものである。

【0018】また、請求項6に記載の発明に係る2次元3次元統合型CADシステムは、投影属性に従って2次元の図形を作成する作成手段を設け、2次元投影図形の修正情報に対応させて、3次元の立体のエッジに投影属性を付与し、3次元の立体から2次元投影図を作成する図面化の段階で、2次元の図形を作成を行うようにしたものである。

【0019】また、請求項7に記載の発明に係る2次元3次元統合型CADシステムは、2次元投影図形の要素の修正に連動した前記2次元作図図形の要素の修正を、2次元投影図形の要素と2次元作図図形の要素との接続情報を用いて行う要素修正手段を設けたものである。

【0020】また、請求項8に記載の発明に係る2次元3次元統合型CADシステムは、投影属性に従って2次元の図形を作成する作成手段に加えて、2次元作図図形の要素から3次元形状の修正要素への変換を、2次元投影図形の要素と2次元作図図形の要素との接続情報を用いて行う変換手段も設けたものである。

【0021】

【作用】請求項1に記載の発明における処理手段は、3次元の立体の配置指示を2次元の図面要素を選択するこ

とによって行い、その場合に、選択した図面要素が図形要素かどうか、図面要素の意図は何かを判断し、その選択した要素と配置対象の3次元の形状情報とを比較して、ユーザの配置意図を特定し、その配置意図と製図図面の情報と3次元の形状情報を活用して3次元の配置パラメータを決定することにより、既に作成済みの2次元の図面の情報を活用して3次元の立体配置を行うことを可能とし、3次元配置の入力操作に必要な複数の処理やパラメータ入力を削減する。

【0022】また、請求項2に記載の発明における処理手段は、3次元の立体の配置指示を2次元の図面要素を選択することによって行う際、選択した図面要素が製図規則として3次元の配置を拘束する要素である時は、投影面の情報と投影面における選択要素の位置から3次元空間における軸や面を計算し、配置対象の3次元の立体情報とその拘束から3次元の立体の配置原点と3次元空間における配置角度を計算して、それら2つの計算結果から3次元の配置パラメータを決定することにより、3次元配置の入力操作に必要な複数の処理やパラメータ入力の削減を可能とする。

【0023】また、請求項3に記載の発明における処理手段は、3次元の立体の配置指示を2次元の図形要素を選択することにより行う際、選択した図形要素の形状と配置対象の3次元形状から自動的に3次元の形状要素と2次元の図形要素とを対応づける時に、投影面の情報と投影面における選択要素の位置から3次元空間における軸や面を計算し、選択要素に対応する3次元の立体の形状要素の3次元空間における配置角度を、投影面の情報と2次元図形要素の形と投影変換の規則から3次元の立体の配置原点と3次元空間における配置角度を計算して、それら2つの計算結果から3次元の配置パラメータを決定することにより、パラメータ算出の計算時間を短縮し、3次元配置の入力操作に必要な複数の処理やパラメータ入力の削減を可能とする。

【0024】また、請求項4に記載の発明における処理手段は、3次元の立体の配置指示を2次元の図形要素を選択することにより行う際、対応づけで選択された2次元の図形要素が描かれている投影面の投影面データと図形要素の投影面における位置と、他の投影面の投影面データと図形要素の投影面における位置との比較を行い、選択した2次元図形要素に対応する他の投影面の図形候補を抽出し、その図形候補と3次元の形状要素とを比較して一意に要素を特定し、それにより、2次元の投影面上での3次元の立体の配置で必要となる深さ情報を算出し、3次元の配置パラメータを決定することにより、複数の投影面の要素や座標の指定を行う必要をなくして、3次元配置の入力操作に必要なパラメータ入力の削減を可能とする。

【0025】また、請求項5に記載の発明における展開手段は、フィレットやチャンファなどの細部形状を3次

元の立体のエッジの属性データとして有し、フィレットやチャンファの作成を2次元編集操作で行った場合、処理対象が2次元作図図形であれば2次元作図処理により2次元作図図形を修正し、処理対象が2次元投影図形であればフィレットやチャンファを3次元の立体のエッジに対するフィレットやチャンファと解釈して、3次元の立体のエッジに対するフィレットやチャンファの場合には3次元の形状処理を行わずに、対象のエッジにフィレットやチャンファの属性を付与し、属性が付与された立体を再投影する場合には、投影図の作成時に2次元レベルで属性に適する図形処理を行うことにより、フィレットやチャンファを3次元形状処理として扱わなくても済むようにして、システムの負荷を軽減し、属性の変更のみで形状を変化させたり、元の形状を復元することを可能とするとともに、製図図面の形状表現で必要となるボカシ線分の図面化も簡単に行うことができるようにして、細部形状の図面表現を実現する。

【0026】また、請求項6に記載の発明における作成手段は、2次元図形要素の修正を行った場合、処理対象が2次元作図図形の場合は2次元作図処理により2次元作図図形を修正し、処理対象が2次元投影図形の場合には、2次元投影図形要素に関連する3次元の立体の形状要素と2次元図形の修正内容とから、2次元図形の修正が意図する3次元の立体の修正を決定し、その3次元の立体の修正を実現する処理手順を求めて実行するとともに、図面に再投影させた場合にもユーザの指示した2次元の修正を満たすように2次元図形の処理手順を求めて実行することにより、2次元投影図の変更をユーザの意図に合わせて3次元の立体形状および2次元図形処理に加工して、ユーザが3次元の立体形状に合わせて2次元の投影図と操作を検討する手間を省き、2次元投影図形の操作の限定をなくする。

【0027】また、請求項7に記載の発明における要素修正手段は、2次元投影図形の要素と2次元作図図形の要素との接続情報を用いて、2次元投影図形の要素の修正に連動した2次元作図図形の要素を修正する際、ユーザが作図した2次元作図図形要素と3次元の立体を投影して作図された2次元投影図形要素との接続関係を考慮することによって、2次元投影図形要素の更新に従って2次元作図図形要素の移動を行い、3次元の立体の修正による2次元投影図形の変更に関連して、ユーザが作図した2次元作図図形の修正を行うことにより、2次元作図図形の修正操作をなくすことを可能とする。

【0028】また、請求項8に記載の発明における変換手段は、ユーザが作図した2次元作図図形要素の端点、2次元投影図形の修正である削除やトリミングで生じた開いたループの要素端点に接続し、その結果閉じたループを形成できる場合に、ユーザの作図図形を3次元の立体形状のローカルオペレーションの操作に変換することで、ユーザの作図図形を立体の修正操作とすること

により、3次元形状処理の操作であるローカルオペレーションを2次元作図で行えるようにし、3次元の立体修正を行う際に、ユーザがローカルオペレーションで必要となる3次元操作を意識しなくて済むようにする。

【0029】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例1を図について説明する。図1はこの発明における2次元3次元統合型CADシステムを実現するシステムのシステム構成を示すブロック図である。図において、11はユーザインタフェース部、12はコマンド解析処理部、13は図形表示処理部、14は2次元図形処理部、15は2次元3次元統合図形処理部、16は3次元処理パラメータ算出部、17は2次元変更～3次元変更変換処理部、18は立体形状処理部、19は投影面管理データ、20は図面化処理部、21は2次元～3次元リンクデータ、22は図面データ、23は立体形状データであり、本システムはこれら各部によって構成されたものである。

【0030】ユーザインタフェース部11は、マウスやタブレット、キーボードなどの入力装置と、CRTディスプレイなどの出力装置を備え、ユーザが当該システムに対してコマンドやパラメータの入力を行い、システムのガイダンスや図形を出力する部分であり、従来の図形入力装置1と図形データ出力装置9に対応する。ユーザはこのユーザインタフェース部11を用いて当該システムへ起動をかけ、その結果を確認するものである。コマンド解析処理部12は、ユーザインタフェース部11から入力されたコマンドやパラメータを受取って、コマンドの操作対象が3次元の立体と関係するかどうかを2次元3次元統合図形処理部15に問い合わせ、関係しない場合には2次元図形処理部14を起動し、3次元の立体と関係する場合には2次元3次元統合図形処理部15を起動するものであり、従来のコマンド処理機構2に対応する。

【0031】2次元3次元統合図形処理部15は、2次元～3次元リンクデータ21を参照してパラメータとして入力された2次元図形要素が3次元の立体と関係するかどうかを調べ、関係する場合はその立体形状と入力コマンドとから、必要な場合は3次元処理パラメータ算出部16や2次元変更～3次元変更変換処理部17を起動し、内部処理命令や処理パラメータを求めて立体形状処理部18を起動するものである。請求項7における要素修正手段はこの2次元3次元統合図形処理部15の一機能として実現される。

【0032】3次元処理パラメータ算出部16は、図面の2次元をもとにした入力データ、投影面管理データ19、2次元～3次元リンクデータ21、立体形状データ23を参照して、ユーザが意図する処理に必要な3次元処理用のデータを算出するものである。また、立体形状処理部18は、立体形状の生成や修正、削除などにかか

わる全ての立体形状処理命令を実行して立体形状データ23の生成や修正、削除を行うものであり、従来の3次元データ管理機構3に対応する。請求項1～8における修正手段はこの立体形状処理部18によって実現される。

【0033】ここで、請求項1～4における処理手段は、前記2次元3次元統合図形処理部15が操作手順やパラメータを算出し、前記立体形状処理部18が3次元配置にかかわる立体データの更新を行うことによって実現される。なお、その内容は以下の通りである。コマンド解析処理部12がユーザの操作が配置操作であることを判断して、その操作データを2次元3次元統合図形処理部15に渡す。2次元3次元統合図形処理部15は操作データである要素データやピックデータ、入力データなどを解釈し、それが3次元配置かどうか判断する。3次元配置と判断された場合には、3次元処理パラメータ算出部16を用いて3次元の配置パラメータを求める。以上により、配置操作と配置パラメータが決定したら、2次元3次元統合図形処理部15は立体形状処理部18を呼び出して、3次元配置処理を行う。

【0034】2次元変更～3次元変更変換処理部17は、2次元図形の要素の変更による3次元の立体の変更を、2次元図形の要素と3次元の立体形状の関係に制限を受けないように、ユーザが意図する3次元の立体変更となるように、ユーザからのコマンドやパラメータを元にユーザが入力したコマンドを変更する部分である。請求項8における変換手段はこの2次元変更～3次元変更変換処理部17によって実現される。

【0035】図面化処理部20は、立体形状データ23に対して投影面管理データ19に従った複数の投影図を作成し、その投影図の作成にあたっては、立体形状要素に付与された属性データを考慮して作成するもので、また、投影図の作成と同時に2次元～3次元リンクデータ21の生成や更新、削除命令を2次元～3次元リンクデータ21に与えるものである。請求項1～8における投影手段、請求項5における展開手段、および請求項6、請求項8における作成手段はこの図面化処理部20によって実現される。

【0036】2次元図形処理部14は、2次元データの生成や修正、削除などに係わる全ての2次元データ処理命令を実行して図面データ22の生成や修正、削除を行うものであり、従来の2次元データ管理機構16に対応する。また、図形表示処理部13は、図面データ22の2次元図形をユーザインタフェース部11の出力装置に出力するための処理を行うものであり、従来の3次元データ表示機構4および2次元データ表示機構7に対応する。請求項1～8における作図手段はこの2次元図形処理部14によって、表示手段はこの図形表示処理部13によってそれぞれ実現される。

【0037】投影面管理データ19は、図面に設定した

11

投影面の情報と、その投影面に反映する立体形状の情報とを管理するものである。また、2次元-3次元リンクデータ21は、2次元の投影図形とその投影元の3次元の立体形状の要素との関係を管理するものであり、従来の2次元/3次元統合機構5が管理する2次元と3次元の関係データに対応する。請求項1~8における関係管理手段はこの2次元-3次元リンクデータ21によって実現される。

【0038】立体形状データ23は、3次元の立体の形状データと、形状要素の属性データを有するものであり、図面データ22は、2次元の図面の図形データと、表示用の属性データなど2次元CADで管理するデータを有するものである。この図面データ22と立体形状データ23は従来の図形データ保存機構8に対応する。実施例1~8における立体管理手段はこの立体形状データ23によって実現される。

【0039】次に動作について説明する。ユーザは、ユーザインタフェース部11の入力装置を用いてコマンドやパラメータを入力する。コマンド解析処理部12は、ユーザインタフェース部11から入力されたコマンドやパラメータを解釈し、2次元3次元統合図形処理部15と2次元図形処理部14を起動する。2次元3次元統合図形処理部15は、コマンドとパラメータと2次元-3次元リンクデータ21と図面データ22、立体形状データ23をチェックして3次元処理パラメータ算出部16と2次元変更-3次元変更変換処理部17を起動して、2次元図形処理部14と立体形状処理部18に必要なコマンドやパラメータを求め、ユーザが意図する図面データ22と立体形状データ23を生成する。その後、図面化処理部20が投影面管理データ19の投影面の情報に従って立体形状データ23の投影図を図面データ22に生成する。また、この図面データ生成時に2次元と3次元の関係データである2次元-3次元リンクデータ21を更新する。

【0040】以下、請求項1に記載された発明における、3次元の立体配置を処理する処理手段について、2次元3次元統合図形処理部15の動作を中心に説明する。コマンド解析処理部12は2次元3次元統合図形処理部15に、配置対象の2次元図形の要素が、立体の投影図である2次元投影図形かどうかを問い合わせる。2次元3次元統合図形処理部15は、2次元-3次元リンクデータ21を参照して、配置対象の要素が立体の投影図である2次元投影図形かどうかを調べ、その結果をコマンド解析処理部12に返す。コマンド解析処理部12は、2次元投影図形でなければ2次元のユーザ操作に従って2次元図形処理部14を呼び出して、図面データ22の更新を行う。また、2次元投影図形であれば2次元3次元統合図形処理部15にすべての入力データを渡す。

【0041】2次元3次元統合図形処理部15は、配置

12

にかかわるユーザの操作意図を特定するために、次の処理を実行する。すなわち、入力データの中に配置に関連する注記やシンボルがあるかどうかを判定して、ある場合にはそのデータに対応する配置ルール候補を抽出する。また、配置位置を指示する図形要素の情報を図面データ22から抽出し、その図形要素の形状や属性データから配置ルール候補を抽出する。次に、配置対象要素である2次元投影図形の投影元の立体要素の情報を立体形状データ23から抽出し、その形状と、前述の方法で抽出されたそれぞれの配置ルール候補との適合性を判断し、配置ルールを決定する。そして、その配置ルールに従った配置操作を実現するための立体形状処理の関数を呼び出す手順を決定する。

【0042】2次元3次元統合図形処理部15は次に、立体形状処理の各関数に必要となる3次元の配置パラメータを求める。その場合、参照するデータは、2次元の座標データや2次元の図形要素であるため、2次元のデータを3次元のデータに変換する必要があり、3次元処理パラメータ算出部16において3次元の配置位置のデータを求める。そして、2次元3次元統合図形処理部15は、3次元の配置位置のデータと配置対象の立体の位置データとから、立体の移動や回転の配置操作に必要な座標変換のパラメータを求める。

【0043】3次元処理パラメータ算出部16は、入力データの投影面の情報を投影面管理データ19から抽出し、3次元の投影方向や投影面の3次元データを抽出したり、入力データが2次元投影図形の場合には、2次元-3次元リンクデータ21を参照して、立体形状の3次元データを抽出したりする。また、入力データが2次元座標の場合には、その2次元座標を投影方向に無限に延ばした直線と、投影面や立体形状との交点から3次元の座標を求めたり、入力データが2次元投影図形の場合には、立体形状の要素の3次元データから3次元座標を求めて、3次元の配置位置を決定する。なお、配置方向も上記と同様に、投影面の方向や立体の面の方向から求める。

【0044】2次元3次元統合図形処理部15は、このようにして配置操作やその操作パラメータが決定すると、立体形状処理部18を呼び出してそれらを渡し、立体形状処理部18は、立体形状データ23の更新を行う。

【0045】以上のように、ユーザは2次元の投影図を対象として2次元配置データを入力することにより、システムが3次元配置に関するユーザの操作意図を解釈し、3次元の配置データの自動算出と、3次元の配置操作への自動変換をするので、ユーザの入力パラメータが少なく済み、3次元の移動や回転にかかる操作を軽減することができる。

【0046】すなわち、ユーザが従来より利用している2次元CADの線引き機能を用いて作成した図形である

2次元作図図形と、3次元の立体を投影してできた2次元投影図形とを混在させて、1つの図面としてユーザインタフェース11の出力装置の画面上に表示し、2次元作図図形と2次元投影図形とを同一の2次元図形として操作できるようにすることによってユーザの作図作業を支援し、また、投影元の3次元の立体定義をユーザに馴染みの深い2次元の図面をベースとした操作とすることによって、3次元的操作を部分的に自動化して3次元の立体操作を簡易化している。

【0047】実施例2. 次に、この発明の実施例2を図について説明する。ここで、この実施例2は請求項2に記載した発明の一実施例であり、この2次元3次元統合型CADシステムも、図1のブロック図に示す構成のシステムによって実現される。なお、この実施例2においては、2次元3次元統合図形処理部15が操作手順やパラメータを算出し、立体形状処理部18が3次元配置にかかわる立体データを更新することによって実現される処理手段が、その3次元の立体の立体配置の処理を行う際に、製図規則として決められた作図技法と2次元の図面情報を活用している。

【0048】すなわち、この処理手段も2次元の図面要素を選択することによって3次元の立体の配置指示を行う。その場合、選択した図面要素が製図規則として3次元の配置を拘束する要素であるとき、すなわち、製図規則として決められた作図技法の中の配置に関する作図技法で作図された図形要素を選択した場合には、投影面の情報と投影面における選択要素の位置から3次元空間における軸や面を計算し、配置対象の3次元の立体情報とその拘束から3次元の立体の配置原点と3次元空間における配置角度を計算する。なお、この計算は、製図規則として決められた作図技法と2次元の図面情報を活用して、3次元の幾何情報を計算するものである。このように、この実施例2の処理手段は、上記2つの計算結果から3次元の配置パラメータを決定することにより、3次元配置に必要なパラメータ入力を削減するようにしている。

【0049】以下、図2～図7を用いて詳細に説明する。ここで、図2と図3は同じ円柱の配置であるが配置参照要素の違いによる処理の違いを説明する説明図である。すなわち、図2は配置参照図形として十字中心線が選択された場合の説明図であり、図3は一本の中心線が選択された場合の説明図である。

【0050】図2(a)は図面上の図形であり、円柱を配置するための配置参照要素として十字中心線101と102がユーザに選択されたこと示す図である。この十字中心線101と102が属する投影面を第一の投影面とする。図2(b)は内部処理の概念図である。配置参照要素として十字中心線101と102が選択されたことから、システムは、十字中心線101と102が属する第一の投影面に対して垂直かつ十字中心線101と1

02の交点を通る直線上に、円柱103の中心線を配置する。この円柱103を第一の投影面に投影した図形が図2(c)に示す円104である。

【0051】図3(a)は図面上の図形であり、円柱を配置するための配置参照要素として一本の中心線105がユーザに選択されたこと示す図である。この一本の中心線105が属する投影面を第一の投影面とする。図3(b)は内部処理の概念図である。配置参照要素として一本の中心線105が選択されたことから、システムは一本の中心線105が属する第一の投影面に対して平行かつ中心線105を投影方向に掃引した平面上に存在するように円柱106の中心線を配置する。さらに、一本の中心線105の中点をとおり、第一の投影面に垂直な直線上に円柱106の中心線の中点が位置するように配置する。この円柱106を第一の投影面に投影した図形が図3(c)に示す矩形107である。

【0052】図4は上記の処理の流れを示したフローチャートである。ステップST10でユーザが円柱プリミティブの寸法パラメータ(円柱の半径、円柱の高さ)を入力する。ステップST11ではユーザが円柱プリミティブの配置参照要素を入力する。ステップST12では入力された情報の種類を判断し、キー入力、座標入力の場合は他の配置処理を行う。図形が入力され場合はステップST13において図形種類、本数の判断を行い、円柱配置の場合の配置方法に適合する場合だけ次の処理を行う。

【0053】すなわち、配置参照図形が十字中心線と判断された場合には、ステップST14において十字中心線が属する第一の投影面に対して垂直かつ十字中心線の交点を通る直線上に、円柱の中心線を配置するマトリックスを算出し、ステップST15で円柱に対してこのマトリックスを適用した後、次の奥行き方向の配置処理を実行する。また、一本の中心線と判断された場合には、まずステップST16において、一本の中心線が属する第一の投影面に対して平行かつ中心線を投影方向に掃引した平面上に存在するように円柱の中心線を配置する配置マトリックスを算出し、さらにステップST17で、一本の中心線の中点を通り、第一の投影面に垂直な直線上に円柱の中心線の中点が位置するように配置する移動マトリックスを算出する。そしてステップST18にてこれらのマトリックスを円柱に適用した後、次の奥行き方向の配置処理を実行する。

【0054】以上の処理により第一の投影面内での円柱の配置位置が、2次元の図形要素により決定される。

【0055】次に、図2の十字中心線が選択された場合の第一の投影面の奥行き方向の配置処理について説明する。ここで、図5は奥行き方向の自動配置の具体例を示す説明図である。図5(a)はすでに上記の処理により配置された図形104を含む図面であり、108は上記の第一の投影面と異なる第2の投影面に属する2次元図

形である。システムは以下に示す処理によりこの図形から配置位置を自動的に算出する。図 5 (b) は、この処理の概念を説明する図である。109 は第一の投影面、110 は第 2 の投影面の 3 次元空間内での表現である。111、112 はそれぞれの投影面上の 2 次元図形を表す。奥行き方向の配置位置を決定するため、投影図形 104 を第一の投影面の投影方向に無限に掃引した仮想形状 113 を考える。さらに第 2 の投影面の各 2 次元図形要素に対して投影方向に無限に掃引した面を想定し、仮想形状 113 と交差する面 114 と 115 を抽出する。これらの面 114、115 のうち、最も第一の投影面からみて手前側の面 114 を配置面と決定する。

【0056】図 6 は上記奥行き方向の自動配置の具体例の処理結果を示す説明図である。図 6 (a) は上記により決定された配置面 114 に円柱 116 を配置したところを表現する図で、この円柱 116 を第 2 の投影面に投影した 2 次元図形が 117 となる。図 6 (b) ではこうして作成された投影図形を図面として表現した図である。図中において 117 は円柱を投影した 2 次元図形である。

【0057】図 7 は上記の図 5、図 6 に示した処理の流れを示すフローチャートである。ステップ S T 20 で第一の投影面に投影された 2 次元図形 104 を投影方向に無限に掃引した仮想形状 113 を一時メモリ上に作成する。ステップ S T 21 では、登録されている立体の中から仮想形状と交差する、配置対象となる面の候補を抽出する。次に以下の処理により、各投影面に属する 2 次元図形要素から配置候補面を抽出する。

【0058】すなわち、ステップ S T 22 では各投影面の投影情報を参照し、投影面のマトリックスを抽出する。ステップ S T 23 では各 2 次元図形（投影面座標系）を抽出した投影面マトリックスにより 3 次元の図形に変換し、ステップ S T 24 ではこの 3 次元に変換された図形を、投影方向に無限に掃引することによって面を作成し、仮想面を想定する。ステップ S T 25 ではステップ S T 24 で想定した仮想面とステップ S T 20 で一時メモリ上に作成した仮想形状 113 との交差を調べ、交差があればステップ S T 26 において、配置候補面の配列にこのステップ S T 24 で想定された仮想面を追加して登録する。

【0059】なお、このステップ S T 23、ステップ S T 24、ステップ S T 25、ステップ S T 26 の処理を、投影面に属する 2 次元図形について繰り返す。さらに、ステップ S T 22、ステップ S T 23、ステップ S T 24、ステップ S T 25、ステップ S T 26 の処理を、各投影面について繰り返す。ステップ S T 27 では、以上の処理で登録された配置候補面に、第一の投影面から見て手前にあるものから順に番号をつけ、最も手前にある配置候補面を抽出してその面に立体を配置する。

【0060】以上により図 2 (a) に示す十字中心線 101、102 の 2 次元図形要素の選択により、円柱の 3 次元的な自動配置が行え、図 6 (b) に示す図面が得られる。

【0061】このように、製図規則として決められた作図技法と 2 次元の図面情報を活用して、製図の作図操作に従って 3 次元の立体配置を行うことが可能となり、製図規則として決められた作図技法に基づくルールに添って配置パラメータを算出しているため、3 次元配置の入力操作に必要な複数の処理やパラメータ入力削減を可能にしている。

【0062】実施例 3. 次に、この発明の実施例 3 を図について説明する。ここで、この実施例 3 は請求項 3 に記載した発明の一実施例であり、この 2 次元 3 次元統合型 CAD システムも、図 1 のブロック図に示す構成のシステムによって実現される。なお、この実施例 3 においては、2 次元 3 次元統合図形処理部 15 が操作手順やパラメータを算出し、立体形状処理部 18 が 3 次元配置にかかわる立体データを更新することによって実現される処理手段が、その 3 次元の立体の立体配置の処理を行う際に、2 次元の図面情報と投影情報を用いている。

【0063】すなわち、この処理手段も 2 次元の図面要素を選択することによって 3 次元の立体の配置指示を行う。その第 1 の方法としては、ユーザが 3 次元の形状要素と 2 次元の図形要素とを対応づけるものがある。また第 2 の方法としては、選択した図形要素の形状と配置対象の 3 次元形状とから、システムが自動的に 3 次元の形状要素と 2 次元の図形要素とを対応づけるものがある。上記第 2 の方法においては、2 次元 3 次元統合図形処理部 15 が、選択された 2 次元の図形要素のデータを図面データ 22 から、配置対象の 3 次元形状を立体図形データ 23 からそれぞれ抽出し、その各々のデータを比較して、各要素の対応を決定する。

【0064】2 次元の図形要素と 3 次元の形状要素との対応づけが決まった段階で、投影図面管理データ 19 から投影図面の情報を抽出し、投影図面における選択要素の位置から、3 次元処理パラメータ算出部 16 を用いて、配置の基準となる 3 次元空間における軸や面を計算する。また、立体図形の要素を選択投影面に投影した場合、選択した 2 次元図形要素と一致、あるいは相似図形となるように、3 次元空間における配置原点と配置角度とを計算する。立体図形処理部 18 は、これら 2 つの計算結果と配置前の立体の配置位置とから、配置に必要な移動や回転の 3 次元の配置パラメータを求める。このように、この実施例 3 の処理手段は、3 次元の立体配置の処理を、2 次元図面情報と投影情報を活用して行うことにより、パラメータの算出時間を短縮し、3 次元配置の入力操作に必要な複数の処理やパラメータの入力を削減している。

【0065】以下、図 8 および図 9 を用いて詳細に説明

17

する。ここで、図8はこの実施例3による3次元の立体配置の具体例を示す説明図である。図8(a)では、配置参照要素として図面に作図されている図形201と、配置対象要素である3次元の立体202の配置原点を示す要素203を選択する。配置参照要素が楕円であり配置対象要素の配置原点を示す要素203が円であることから、システムは楕円201の中心と要素203の中心を一致させる配置と解釈する。また、図形201で示す楕円の長軸が円の直径となる円を考え、その円の投影図が図形201となるようにその円を3次元空間に配置する。配置は投影図方向に対し配置原点を示す要素203が上記仮想の円と同一平面上にあり、中心が一致するような座標変換を算出する。さらに、投影面に対して奥行きパラメータを入力することにより、3次元空間における配置位置を一意に決定する座標変換を算出し、その座標変換を立体202に適用する。その結果、立体202は回転移動する。それを再投影すると204で示す投影図となる。上面図の投影図を作成すると205で示す矩形になる。

【0066】また、図8(b)では、配置参照要素として図面に作図されている図形211と212、配置対象要素である3次元の立体213の配置原点を示す要素214と215を選択する。配置は要素214が図形211に対応し、要素215が図形212に対応するように行う。配置参照要素が線分で、配置対象の原点要素も線分であることから、配置は対応要素が投影図上で重なりと解釈する。要素214と215のなす角が投影図上で図形211と212のなす角に一致するように立体を回転する座標変換を算出する。その後、図形211と要素214を投影した要素とが重なるようにする座標変換を算出する。さらに、投影面に対して奥行きパラメータを入力することにより、3次元空間における配置位置を一意に決定する座標変換を算出し、その座標変換を立体213に適用する。その結果、立体213は回転移動する。それを再投影すると216に示す投影図となる。上面図の投影図を作成すると217に示す図形となる。

【0067】図9は上記の処理の流れを示すフローチャートである。ステップST30で図面を用いた3次元の立体配置の処理が開始される。ユーザはまず、ステップST31で配置参照要素の選択を行い、さらにステップST32で配置対象の立体の配置原点を示す配置対象要素の選択を行う。そしてステップST32において参照要素が立体の投影図であるかどうかを判定する。配置参照要素が3次元の立体と関係を持っていない場合は、ステップST34で配置参照要素と配置対象要素の相互の形状をチェックし、その相互の組み合わせで、立体の回転の座標変換のパラメータをステップST35で算出し、さらに移動の座標変換パラメータをステップST36にて算出する。そして、ユーザからの投影面の奥行き方向に対する配置位置情報の入力をステップST37に

18

おいて受け、ステップST38で3次元の移動回転の座標変換を完成させ配置対象の立体に適用し、ステップST39で当該3次元の立体配置を終了する。

【0068】ここで、ステップST33での判定結果が、配置参照要素が3次元の立体の投影図であった場合には、ステップST40にてその投影元の3次元の立体を参照した配置かどうかをユーザに尋ねる。その結果、2次元の図形としての参照である場合は前記ステップST34以降の処理を実行し、投影元の3次元の立体への配置の場合には、ステップST41でその立体の選択要素と配置対象の立体の選択要素の相互の形状をチェックする。そして、ステップST42において各々の3次元の座標位置パラメータと形状の組み合わせで3次元の配置パラメータを算出した後、ステップST38で配置処理を実行する。

【0069】このように、この2次元3次元統合型CADシステムによれば、2次元の図形要素の状態と3次元の立体形状の情報と投影面の情報から3次元の配置パラメータを自動的に算出し、回転処理を自動化しているため、2次元の投影図として正しいように立体を配置する場合に、ユーザが行う必要のある、立体の配置指示を3次元座標で与えること、および立体の回転順序と回転角度を計算することなどが削減できるとともに、配置指示のパラメータの入力も削減でき、回転のパラメータ計算と回転処理の自動化を実現して、配置操作の前準備や手順を削減することを可能としている。

【0070】実施例4. 次に、この発明の実施例4を図について説明する。ここで、この実施例4は請求項4に記載した発明の一実施例であり、この2次元3次元統合型CADシステムも、図1のブロック図に示す構成のシステムによって実現される。なお、この実施例4においては、2次元3次元統合図形処理部15が操作手順やパラメータを算出し、立体形状処理部18が3次元配置にかかわる立体データを更新することによって実現される処理手段が、3次元の立体の立体配置処理を行う際に、複数の投影図の情報と3次元の立体の形状情報を用いている。

【0071】すなわち、この処理手段も2次元の図面要素を選択することによって3次元の立体の配置指示を行う。その場合、ユーザが入力操作によって、まず3次元の形状要素と2次元の図形要素との対応づけを行う。処理手段はこの対応づけで選択された2次元の図形要素が描かれている投影面の投影面データと図形要素の投影面における位置と、他の投影面の投影面データと図形要素の投影面における位置との比較を行い、選択した2次元図形要素に対応する他の投影面の図形候補を抽出し、その図形候補と3次元の形状要素とを比較して一意に要素を特定する。これにより、2次元の投影面上での3次元の立体の配置で必要となる深さ情報を算出して3次元の配置パラメータを決定する。このように、この実施例4

の処理手段は、複数の投影図の情報と3次元の立体の形状情報とを用いて3次元の立体を特定し、3次元の立体配置を処理することによって、3次元配置に必要なパラメータ入力を削減している。

【0072】以下、図10～図16を用いて詳細に説明する。ここでは、実施例1に示すシステムにおいて作成された投影図形と立体形状を、通常の2次元作図機能で作成された図面に配置する場合について説明する。図10、図13は配置する先の2次元作図機能で作成した図面を示す説明図であり、図11、図14は実施例1に示すシステムにより作成された投影図形と立体形状を示す説明図である。また、図12は、図10の図面に図11の立体形状を配置する場合の概念図であり、図15は図13の図面に図14の立体形状を配置する場合の概念図である。図11と図14の立体形状は配置面が円筒面か平面かの違いがあり、幾何要素の違いによる処理の違いを以下に示す。

【0073】ここで、2次元図形を用いた立体配置の2次元図面の具体例を示している図10において、配置目標の図形として2次元図形301、302および303がユーザによって選択される。また、2次元図形を用いた立体配置の立体投影図の具体例を示している図11において、配置対象の図形として立体304を投影した2次元図形305、306および307がユーザによって選択される。立体を投影した2次元図形305、306および307から、2次元-3次元リンクデータ21により対応する立体形状要素を探索する。この場合は、円筒面と平面が探索される。

【0074】図12は、図11の立体304を図10の図面上に配置する場合の概念図である。図12(a)は図11の配置対象の立体304の投影図形305、306および307を、図10の2次元図形301、302および303に投影面を考慮して一致させる4×4の移動マトリックスを算出し、これを立体形状に適用する。2次元図形301が属する投影面VW1(308)に立体304を投影した場合は、図12(a)の図面となるが、この状態では、投影面VW1(308)に垂直な方向の位置が定まっていない。

【0075】図12(b)はこの投影面VW1(308)に垂直な方向の配置を決定する処理の概念図である。投影面VW1(308)以外の投影面VW2(309)について、立体304の配置面を投影した2次元図形310を一時的に作成する。投影面VW2(309)に属する2次元図形について検索し、この2次元図形310と同じ幾何形状で、投影面VW1(308)に垂直なベクトル311の方向にずれた図形312を抽出する。投影面VW2(309)上の2次元図形310を2次元図形312に一致させる移動ベクトルV2を、3次元空間のベクトルV3に変換し、この3次元空間のベクトルV3を、投影面VW1(308)に垂直なベクトル

に投影した、ベクトルが投影面VW1(308)に垂直な方向の立体の移動ベクトルV4とする。

【0076】図12(c)は、この移動ベクトルV4を立体に適用した時の概念図である。ここに示すように立体を投影面VW1(308)に投影した図形は、配置目標の2次元図形に重なり、かつ投影面VW2(309)に投影した図形313は2次元図形312に重なる。以上により2次元図形を参照することで立体の3次元配置が行え、所望の図面が得られる(ただし、円筒面の軸廻りの回転に関する位置決めは必要である)。

【0077】次に、立体の幾何形状が平面の場合の例を示す。2次元図形を用いた立体配置の2次元図面の具体例を示している図13において、配置目標の図形として、2次元図形321、322および323がユーザによって選択される。また、2次元図形を用いた立体配置の立体投影図の具体例を示している図14において、配置対象の図形として立体324を投影した2次元図形325、326および327がユーザに選択される。立体324を投影した2次元図形325、326および327から、2次元-3次元リンクデータ21により対応する立体形状要素を探索する。この場合は、3個の平面が探索される。

【0078】図15は、図14の立体324を図13の図面上に配置する場合の概念図である。図15(a)は図14の配置対象の立体324の投影図形325、326および327を、図13の2次元図形321、322および323に投影面を考慮して一致させる4×4の移動マトリックスを算出し、これを立体形状に適用する。この状態では、2次元図形321が属する投影面VW1(308)に立体を投影した場合は、図15(a)の図面となるが、投影面VW1(308)に垂直な方向の位置が定まっていない。

【0079】図15(b)はこの投影面VW1(308)に垂直な方向の配置を決定する処理の概念図である。投影面VW1(308)以外の投影面VW2(309)について、立体324の配置面を投影した2次元図形328を一時的に作成する。投影面VW2(309)に属する2次元図形について検索し、この2次元図形328と同じ傾きを持つ線分で、投影面VW1(308)に垂直なベクトル311の方向にずれた図形329を抽出する。図15(b)の場合、線分の長さは一致しないので、投影面VW2(309)上の2次元図形328線分の中点を2次元図形329線分の中点に一致させる移動ベクトルV2を3次元空間のベクトルV3に変換し、この3次元空間のベクトルV3を投影面308に垂直なベクトルに投影した、ベクトルが投影面VW1(308)に垂直な方向の立体の移動ベクトルV4とする。

【0080】図15(c)は、この移動ベクトルV4を立体に適用した時の概念図である。ここに示すように立体を投影面VW1(308)に投影した図形は、配置目

標の2次元図形に重なり、かつ投影面VW2(309)に投影した図形330は2次元図形329に重なる。以上により2次元図形を参照することで立体の3次元配置が行え、所望の図面が得られる(ただし、投影方向に関する位置決めは必要である)。

【0081】図16は上記の処理の流れを示すフローチャートである。ユーザはまず、ステップST50において、配置目標の2次元図形を図面上から選択する。次に、ステップST51では、この2次元図形が立体を投影した図形か否かを判断し、立体を投影した図形の場合には立体の配置処理へジャンプする。一方、2次元機能により作成した図形の場合は、ステップST52にて配置対象図形をユーザが選択する。次に、ステップST53では、この図形が立体を投影した図形か否かを判断し、そうでない場合には他の配置処理へジャンプする。一方、立体を投影した図形の場合には、ステップST54において、配置対象図形として選択された2次元図形に対応する立体形状、およびその形状要素を2次元-3次元リンクデータ21により検索する。次いでステップST55で、配置目標の2次元図形に配置対象の2次元図形を投影面を考慮して一致させる4×4の移動マトリックスを算出する。そして、ステップST56にてこのマトリックスを立体形状に適応し、立体形状を移動マトリックスに従って移動させる。

【0082】次に各投影面について、立体を各投影面に投影した2次元図形をステップST57で一時メモリ上に作成する。ステップST58では、各投影面の2次元図形と、一時メモリ上に保存されている上記2次元図形を比較し、同じ図形で、かつ投影面VW1(308)の投影ベクトル方向に移動した2次元図形を検索する。そして、この図形が存在するか否かをステップST59で判断し、存在する場合は、ステップST60において、2次元図形を一致させるベクトルから立体を移動させる移動マトリックスを求め、この移動マトリックスによって立体を移動する。その後は図面化処理へ制御を移す。なお、存在しない場合には、各投影面に属する2次元図形についてはステップST58、ST59の処理を繰り返し、各投影面についてはステップST56～ST59の処理を繰り返す。

【0083】以上の処理により、2次元機能で作図された図面を参照して、少ない操作で立体を3次元的に配置し、所望の図面を得る機能を実現できる。

【0084】このように、この2次元3次元統合型CADシステムによれば、複数の投影図の情報と3次元の立体の形状情報とから3次元の立体の立体配置を処理し、3次元の配置パラメータを自動的に算出しているため、複数の投影面の要素や座標をユーザが指定する必要をなくし、3次元配置の入力操作に必要なパラメータの入力を削減することを可能としている。

【0085】実施例5. 次に、この発明の実施例5を図

について説明する。ここで、この実施例5は請求項5に記載した発明の一実施例であり、この2次元3次元統合型CADシステムも、図1のブロック図に示す構成のシステムによって実現される。なお、前述のように、図面化処理部20は、3次元の立体から2次元投影図を作成する図面化の段階で、細部形状の2次元投影図形にふさわしい2次元図形に展開する展開手段の機能も実現している。

【0086】すなわち、2次元3次元統合図形処理部15が、立体形状の細部の形状であるフィレットやチャンファを2次元編集操作で作成した場合、処理対象が2次元作図図形の場合は2次元作図処理により2次元作図図形を修正し、処理対象が2次元投影図形の場合は、フィレットやチャンファを3次元の立体のエッジに対するフィレットやチャンファと解釈する。そして、2次元変更～3次元変更変換処理部17において、3次元の立体のエッジに対するフィレットやチャンファの場合、3次元の形状処理を行わずに、対象のエッジにフィレットやチャンファの属性を付与する。属性が付与された立体を再投影する場合には、図面化処理部20が、投影図を作成する時に2次元レベルで属性に適する図形処理を行うことによって、細部形状の図面表現を実現する。このようにして、3次元の立体から2次元投影図を作成する図面化の段階で、細部形状の2次元投影図形にふさわしい2次元図形に展開する。

【0087】以下、図17～図23を用いて詳細に説明する。ここで、図17は、図1に示したシステムで作成した立体を投影した2次元図形を示す説明図である。フィレットを作成する図形として2次元図形401、402がユーザにより選択されたことを示すものである。図18は、図17の2次元図形を作図する元となった立体形状404を示すものである。

【0088】図19は、図17の2次元図形401、402に対応する立体形状403の形状要素とその関係を示すもので、図19(a)に各図形要素を、図19

(b)にその関係を示している。2次元図形401は稜線E2(404)と面F1(406)とを投影したものであり、2次元図形402は稜線E3(405)と面F2(407)とを投影したものである。システムは2次元図形401、402に対応する立体図形403の2つの面、面F1(406)と面F2(407)に共に接続する稜線E1(408)を接続関係をたどることで求め、この稜線E1(408)に属性A1(409)を付加する。この属性A1(409)はフィレット属性であり、フィレットRの情報を持つ。

【0089】図20は、立体形状403を再投影した図面と、2次元-3次元リンクデータテーブルを示すものである。立体の付加されている属性を探索し、属性A1(409)を得る。システムは属性A1(409)が付加されている図形要素を検索しその稜線と接続する2つ

の面、面F1(406)と面F2(407)を得る。次に2次元-3次元リンクデータから面F1(406)と面F2(407)を投影した2次元図形401、402を求める。

【0090】図21は、上記により求めた2次元図形401と402の間に2次元のフィレット処理を施し、フィレット部分410を生成したことを示すものである。

【0091】図22および図23は上記の処理の流れを示すフローチャートである。図22は立体稜線にフィレット属性を付加するまでの処理を示し、図23はフィレット属性を付加された立体の図面化処理を示している。

【0092】図22において、まず、フィレットをつける対象としてユーザが入力した2本の2次元図形が、投影した図形か否かをステップST70で問い合わせる。次いでステップST71にて問い合わせた結果の判定を行い、それが投影図形でなかった場合には2次元のフィレット処理へ分岐する。また、投影図形であった場合には、ステップST72で2本の線分を投影したものの立体の2面F1、F2を探索する。次に、ステップST73で、F1、F2の2つの面の両方に接続する立体の稜線E1を求め、ステップST74にてこの稜線E1にフィレット属性A1を付加する。

【0093】また、図23において属性フィレットの図面化処理が開始されると、まず、ステップST80で各投影面について立体を投影し、かつ隠れ線の消去の処理を実行する。次に、ステップST81にてこのとき投影された2次元図形をデータベースに格納するときに2次元-3次元リンクデータを作成する。次にステップST82で立体が持つ属性について属性の種類を調べ、図面化時にあと処理が必要なものか否かを判断し、必要ないものは次の属性へ処理を移す。一方、あと処理が必要であれば以下の処理を実行する。ここでは、あと処理が必要なもののうちのフィレット属性の場合について示している。すなわち、ステップST83において属性の付属する稜線E1を探索し、ステップST84で立体の形状要素関係をたどることにより、稜線E1が接続する2面F1、F2を求める。次に、ステップST85にて2次元-3次元リンクデータから2面F1、F2を投影した2次元図形を得る。ステップST86では投影図形の有無を調べ、2面F1、F2のうち的一方でも投影した2次元図形を持たない場合は次の属性に移る。2面F1、F2とも投影図形を持つ場合には、ステップST87にてその2次元の投影図形401、402に対して2次元のフィレット図形処理を行う。

【0094】以上の処理により立体形状の幾何データとして詳細形状を作成することなく、2次元図形について詳細形状を施すことができ、総合的にデータ量を削減することができる。

【0095】このように、フィレットやチャンファなどの細部形状を3次元の立体のエッジの属性データとして

有しているので、フィレットやチャンファを3次元形状処理として扱わないですむため、データ量および形状処理の処理量が削減されて、システムの負荷を軽減することができ、さらに、ユーザが詳細形状を変更しようとする場合にはこの属性データの変更のみを行えばよく、細部形状を削除して元の形状を復元しようとする場合にはこの属性データの削除を行うだけで簡単に実現することができる。また、3次元の立体から2次元投影図を作成する図面化の段階で、上記細部形状の2次元投影図形にふさわしい2次元図形に展開しているので、形状表現で必要となるボカシ線分の図面化も簡単に行うことができる。すなわち、立体を投影した2次元図形に対して2次元レベルで図形処理を行うことによって容易にボカシ線を表現することができる。

【0096】実施例6. 次に、この発明の実施例6を図について説明する。ここで、この実施例6は請求項6に記載した発明の一実施例であり、この2次元3次元統合型CADシステムも、図1のブロック図に示す構成のシステムによって実現される。なお、前述のように、図面化処理部20は、2次元投影図の修正情報に対応させて、3次元の立体のエッジに投影属性を付与し、3次元の立体から2次元投影図を作成する図面化の段階で、投影属性に従って2次元の図形を作成する作成手段の機能も実現している。

【0097】すなわち、2次元図形要素の修正を行った場合、処理対象が2次元作図図形の場合には、2次元作図処理により2次元作図図形を修正し、処理対象が2次元投影図形の場合には、2次元投影図形要素に関連する3次元の立体の形状要素と2次元図形の修正内容とから、2次元図形の修正が意図する3次元の立体の修正を決定して、その3次元の立体の修正を実現する処理手順を求めて実行するとともに、図面に再投影させた場合にもユーザの指示した2次元の修正を満たすように2次元図形の処理手順を求めて実行する。図面化処理部20においては、図面に再投影させた場合にもユーザの指示した2次元の修正を満たすように2次元図形の処理手順を求めて実行するようにするため、3次元形状の全てに形状要素を投影するのではなく、その投影属性に従って、一部の形状要素については投影を行わずにユーザの作図した図形の方を優先させている。

【0098】以下、図24～図37を用いて詳細に説明する。ここで、この図24～図37は実施例6を説明するための説明図であり、3次元形状を投影して得られた2次元投影図形に対して、その一部の図形要素を2次元の編集コマンドで修正した場合の処理方法を示している。図24における501は投影対象である3次元形状を表しており、図25における502は3次元形状501を投影して得られた2次元投影図形を表している。また、図24における503および504は3次元形状501の稜線を、図25における505および506は稜

線 503 および 504 を投影して得られた 2 次元投影図形要素をそれぞれ表している。図 26 はこの 3 次元形状 501 と 2 次元投影図形 502 との間の対応関係を管理している 2 次元-3 次元リンクデータ 21 の一部を示したもので、本例では、3 次元形状 501 中の稜線 503 および 504 を投影して、2 次元投影図形要素 505 および 506 がそれぞれ得られたことが記録されている。

【0099】今、ユーザーが、2 次元の編集コマンドを用いて、2 次元投影図形 502 の一部の図形要素を修正したとする。修正方法としては、図形要素の削除、分割、トリム、コーナー部のフィレットづけ、などがある。以下、それぞれの修正操作に対して、2 次元 3 次元統合図形処理部 15 にて行なわれる個別処理について説明する。

【0100】図 27 は 2 次元投影図形 502 の 2 次元投影図形要素 505 を削除する操作を示している。このとき、2 次元 3 次元統合図形処理部 15 は、削除対象となった 2 次元投影図形要素 505 に対応する、3 次元形状 501 の稜線 503 に対する投影制御フラグを非投影モードに設定する。その結果、2 次元-3 次元リンクデータ 21 は図 28 に示した内容に変更される。

【0101】また、図 29 は 2 次元投影図形 502 の 2 次元投影図形要素 505 を 2 次元投影図形要素 505 と 507 に分割する操作を示している。このとき、2 次元 3 次元統合図形処理部 15 は、まず、分割対象となった 2 次元投影図形要素 505 に対応する 3 次元形状 501 の稜線 503 を、図 30 に示すように分割して稜線 503 と 508 とに分け、2 次元投影図形要素 507 と稜線 508 との間のリンクデータを新たなエンタリーとして登録する。その際、稜線 508 に対する投影制御フラグは投影モードのままにしておく。その結果、2 次元-3 次元リンクデータ 21 は図 31 に示した内容に変更される。

【0102】また、図 32 は 2 次元投影図形要素 505 の一部をトリムする操作を示している。このとき、2 次元 3 次元統合図形処理部 15 は、まず、トリム対象となった 2 次元投影図形要素 505 に対応する稜線 503 を、図 33 に示すように分割して稜線 503 と 509 とに分ける。さらに、稜線 509 に対するリンクデータのエンタリーを作成登録し、その投影制御フラグを非投影モードに設定する。その際、稜線 509 に対応する 2 次元投影図形要素のフィールドは空欄のままにしておく。その結果、2 次元-3 次元リンクデータ 21 は図 34 に示した内容に変更される。

【0103】また、図 35 は 2 次元投影図形要素 505 と 506 との間にフィレット図形 510 を作成する操作を示している。このとき、2 次元 3 次元統合図形処理部 15 は、まず、2 次元投影図形要素 505 および 506 に対応する稜線 503 および 504 を図 36 に示すように分割して、それぞれ、稜線 503 と 511、および稜

線 504 と 512 とに分ける。さらに、稜線 511 および 512 に対するリンクデータのエンタリーを作成登録し、それらの投影制御フラグを非投影モードに設定する。その際、稜線 511 および 512 のそれぞれに対応する投影図形要素のフィールドは空欄のままにしておく。その結果、2 次元 3 次元リンクデータは図 37 に示した内容に変更される。2 次元のフィレット図形は 2 次元作図図形として生成される。

【0104】以上の個別処理を行なったのち、図面化処理部 20 は各 3 次元形状要素の投影制御フラグの値にしたがって投影図を再生成もしくは更新する。この時、投影制御フラグが投影モードになっている要素についてのみ投影処理を行ない、非投影モードになっているものについては投影を省略する。このような処理によって、3 次元形状および 2 次元投影図形との対応関係を維持したまま、2 次元投影図形に対する操作を何ら制限なく行なうことが可能となり、より高度な作図を行なうことができる。

【0105】このように、2 次元投影図の変更をユーザーの意図に合わせて 3 次元の立体形状および 2 次元図形処理に加工しているため、ユーザーが 3 次元の立体形状に合わせて 2 次元の投影図と操作を検討する手間をなくすることができ、また 2 次元投影図形の操作を限定することもなくなる。すなわち、2 次元図形操作では線分や円弧といった図形要素単位で細かく移動や変形などの操作が可能であるが、3 次元形状操作ではそうした細かな単位での操作は一般に許されていない。このように、3 次元形状操作の方が 2 次元図形操作よりも制約が強いため、全ての 2 次元図形操作に対応して 3 次元形状操作が存在するわけではなく、従って、2 次元投影図形に対する操作は、対応する 3 次元形状操作が存在する範囲内に限定されてしまう。そのため、投影属性に従って 2 次元の図形を作成する作成手段を設け、2 次元投影図形に対する操作に関して、通常の 2 次元作図図形に対する操作と同じ自由度の操作を実現することでそうした制約を解消し、また、ユーザーが、これから行おうとしている操作がはたして実行可能かどうか悩んだり、意図する 3 次元形状操作を導くような 2 次元図形操作を頭の中で組み立てたりするといった必要もなくしている。

【0106】実施例 7. 次に、この発明の実施例 7 を図について説明する。ここで、この実施例 7 は請求項 7 に記載した発明の一実施例であり、この 2 次元 3 次元統合型 CAD システムも、図 1 のブロック図に示す構成のシステムによって実現される。なお、前述のように、2 次元 3 次元統合図形処理部 15 は、2 次元投影図形の要素と 2 次元作図図形の要素との接続情報を用いて、2 次元投影図形の要素の修正に連動した 2 次元作図図形の要素の修正を行う要素修正手段の機能も実現している。

【0107】すなわち、ユーザーが作図した 2 次元作図図形の要素と 3 次元の立体を投影して作図された 2 次元投

影図形の要素との接続関係を考慮することにより、2次元投影図形の要素の更新に従って2次元作図図形の要素の移動や変形を行うようにしたものである。2次元3次元統合図形処理部15においては、2次元投影図形要素の更新に従って2次元作図図形要素の移動や変形を行うため、2次元投影図形要素と2次元作図図形要素との間の接続関係の検出と、接続関係の維持に必要な2次元作図図形要素に対する移動量や変形量などの修正パラメータを算出し、その修正パラメータに従った2次元作図図形要素に対する実際の修正を実行している。

【0108】以下、図38～図41を用いて詳細に説明する。ここで、この図38～図41は実施例7を説明するための説明図であり、3次元形状を投影して得られた2次元投影図形とユーザーにより直接作図された2次元作図図形との間の接続情報を用いることで、2次元投影図形の修正に連動した2次元作図図形の修正を行なう場合の処理方法を示している。図38における601は投影対象である3次元形状を表しており、図39における602、603、604は3次元形状601を正面図、上面図、側面図の各投影方向に投影して得られた2次元投影図形を表している。また、図39における605および606は2次元投影図形602の構成図形要素であり、607および608はユーザーによって直接作図された2次元作図図形を構成している図形要素である。この例においては、2次元作図図形要素607および608は互いに直交し、他方の端部で2次元投影図形602の構成図形要素605および606にそれぞれ接続するように作図されている。

【0109】今、ユーザーが、2次元投影図形602の修正により3次元形状601を図40に610で示す3次元形状に変形したとする。その結果、2次元投影図形602、603、604のそれぞれは図面化処理部20により、変形後の3次元形状601に基づいて、図41に612、613、614で示される2次元投影図形に更新される。

【0110】この図面更新処理に先立ち、2次元3次元統合図形処理部15は、まず、図面上で端部が2次元投影図形に接続しているような2次元作図図形とその接続先の2次元投影図形を抽出しておく。これは、例えば、2次元作図図形の各図形要素の端部から2次元投影図形の各図形要素への距離を計算し、指定の許容範囲内にあるものを接続しているものとするにより行なう。

【0111】このようにして抽出された2次元作図図形に対して、上記図面更新処理後、2次元3次元統合図形処理部15は、2次元作図図形が更新前に接続していた2次元投影図形要素に図面更新後も接続しているかどうかを調べる。図面更新後に接続しなくなった2次元作図図形要素があれば、それを平行移動、回転、トリム、延長、あるいはそれらを組み合わせた変形操作によって再接続することが可能かどうかを判断する。可能と判断

した場合は、求められた変形操作を当該図形要素に適用して2次元作図図形を修正する。この実施例7では、2次元作図図形要素607および608を平行移動することにより、2次元投影図形612の構成図形要素615および616にそれぞれ再接続が可能であるため、平行移動操作をそれらの図形要素に適用している。

【0112】以上のような処理により、最終的に、図面は図41に示した形となり、2次元投影図形の修正に連動した2次元作図図形の修正が実現される。これにより、2次元作図図形と2次元投影図形との整合性のチェックや、2次元作図図形の移動操作をなくし、作図作業の効率を向上させることができる。

【0113】このように、2次元投影図形に接続して2次元作図図形を描き足した場合、それは2次元投影図形と密接に関連した図形であることを意味しており、両者は互いに連動して操作される必要があるが、この場合には、3次元の立体の修正による2次元投影図形の変更に連動して、ユーザが作図した2次元作図図形を修正することで、ユーザがあらためて2次元作図図形の修正操作をする必要性をなくしている。

【0114】実施例8. 次に、この発明の実施例8を図について説明する。ここで、この実施例8は請求項8に記載した発明の一実施例であり、この2次元3次元統合型CADシステムも、図1のブロック図に示す構成のシステムによって実現される。なお、前述のように、2次元変更～3次元変更変換処理部17は、2次元投影図形の要素と2次元作図図形の要素との接続情報を用いて、2次元作図図形の要素を3次元形状の修正要素に変換する変換手段の機能を実現している。

【0115】すなわち、実施例6で説明したシステムによってあらかじめ輪郭が開いた状態となった2次元投影図形に接続するように、ユーザが2次元作図図形を描き足した場合に、2次元3次元統合図形処理部15によってその接続関係が検出され、そのような2次元作図図形の追加が3次元形状に対する修正を意図したものであると判断されると、2次元3次元統合図形処理部15から2次元変更～3次元変更変換処理部17を呼び出して、対応する3次元形状の修正操作（例えばローカルオペレーション）に変換することにより、ユーザの作図図形を立体の修正操作とし、ユーザが複雑な3次元操作を意識することなく3次元形状の処理ができるようにしている。

【0116】以下、図42～図46を用いて詳細に説明する。ここで、この図42～図46は実施例8を説明するための説明図であり、3次元形状を投影して得られた2次元投影図形とユーザーによって直接作図された2次元作図図形との間の接続情報を用いて、2次元作図図形を3次元形状の修正要素に変換する処理方法を示している。図42において、701は投影対象である3次元形状を表しており、702は3次元形状701を立体の正

面図方向に投影して得られた 2 次元投影図形を表している。ここで、3 次元形状 701 中の稜線 703、704、705、706 は、2 次元投影図形 702 の図形要素 707、708、709、710 にそれぞれ対応しており、それらの対応関係が 2 次元-3 次元リンクデータ 21 中に管理されている。

【0117】今、図 43 に示すように、分割操作および削除操作によってユーザーが 2 次元投影図形 702 のある図形要素、例えば図形要素 707 を 2 つの図形要素 707 と 711 とに分離したとする。2 次元 3 次元統合図形処理部 15 は、例えば実施例 6 に述べたような方法を用いて、図形要素 707 に対応する 3 次元形状 701 の稜線 703 を、図 44 に示すように分割して稜線 703、712 および 713 の 3 つに分ける。そして、稜線 712 についてはその投影制御フラグを非投影モードに設定することで、3 次元形状 701 と 2 次元投影図形 702 との対応関係をとる。

【0118】このような状態において、図 45 に示すように、ユーザーが通常の 2 次元作図コマンドを用いて、図形要素 707 および 711 に接続するように、図形要素 714、715 および 716 を描き足したとする。このとき、2 次元 3 次元統合図形処理部 15 は、図形要素 714、715、716 からなる 2 次元作図図形が 2 次元投影図形 702 の図形要素 707 および 711 に接続していることを検出して、図形要素 707 と 711 のそれぞれに対応した稜線 703 および 713 を得る。そして、それらの間にある稜線 712 の投影制御フラグが非投影モードであるという事実から、描き足された 2 次元作図図形が 3 次元形状 701 に対する修正要素であると判断する。この判断結果にしたがい、2 次元変更-3 次元変更変換処理部 17 および立体形状処理部 18 を用いて、同図形を空間的に引き伸ばした部分 3 次元形状 717 を、元の 3 次元形状 701 に付け加えることで 3 次元を再構築する。最終的にこの 3 次元形状 701 は、図 46 に示すような部分 3 次元形状 717 を有する形状へと変更される。

【0119】以上のような処理によって、ユーザーは 3 次元操作を意識することなく 3 次元形状の修正が可能となり、従来から利用している 2 次元ベースの操作で 3 次元形状を操作でき、3 次元操作の修得やユーザー処理時間を軽減でき、作図作業の効率を向上させることができる。

【0120】このように、2 次元投影図形に接続して 2 次元作図図形を描きたした場合、それは 2 次元投影図形と密接に関連した図形であることを意味しており、両者は互いに連動して操作される必要があるが、この場合には、2 次元作図図形の描き足しに連動して、投影元の 3 次元形状を操作することで、ユーザが複雑な 3 次元操作を意識することなく 3 次元形状を操作できるようにしている。

【0121】

【発明の効果】以上のように、請求項 1 に記載の発明によれば、3 次元の立体配置を処理する処理手段を設けて、3 次元の立体の立体配置を、製図図面で表れる図形要素やシンボル、注記などの 2 次元の図面データと各データの製図作法上の意味などを解釈し活用することによって処理するように構成したので、既に作成済みの製図図面の情報を活用して 3 次元の立体配置を行うことができるため、3 次元配置の入力操作に必要な複数の処理やパラメータ入力を削減でき、またユーザは従来から利用している 2 次元ベースの操作で 3 次元の立体を操作することが可能となっており、3 次元配置操作に要する時間を削減することができ、作図作業の効率を向上させることができる 2 次元 3 次元統合型 CAD システムが得られる効果がある。

【0122】また、請求項 2 に記載の発明によれば、3 次元の立体配置を処理する処理手段が、当該処理を製図規則として決められた作図技法と 2 次元の図面情報を活用して行うように構成したので、製図の作図操作に従って 3 次元の立体配置を行うことができるため、3 次元配置の入力操作に必要な複数の処理やパラメータ入力を削減でき、またユーザは従来から利用している 2 次元ベースの操作で 3 次元の立体を操作することが可能となっており、3 次元配置操作に要する時間が削減でき、作図作業の効率を向上させることができる効果がある。

【0123】また、請求項 3 に記載の発明によれば、3 次元の立体の立体配置を処理する処理手段が、当該処理を 2 次元図面情報と投影情報を用いて行うように構成したので、2 次元の図形要素の状態と 3 次元の立体形状の情報と投影面の情報から 3 次元の配置パラメータを自動的に算出するため、パラメータ算出の時間と、3 次元配置の入力操作に必要な複数の処理やパラメータ入力を削減でき、またユーザは投影変換の複雑な計算をする必要がなくなっており、従来から利用している 2 次元ベースの操作で 3 次元の立体を操作することが可能となり、3 次元配置操作に要する時間が削減でき、作図作業の効率を向上させることができる効果がある。

【0124】また、請求項 4 に記載の発明によれば、3 次元の立体の立体配置を処理する処理手段が、当該処理を複数の投影図の情報と 3 次元の立体の形状情報を用いて行うように構成したので、2 次元の図形要素とその図形が描かれている投影面の他の図形要素の状態と 3 次元の立体形状の情報と角投影面の情報から 3 次元の配置パラメータを自動的に算出するため、従来から利用している 2 次元ベースの操作で 3 次元の立体を操作する場合でも、3 次元の配置を意識せずに立体配置操作を行うことが可能となり、3 次元配置操作に要する時間が削減でき、作図作業の効率を向上させることができる効果がある。

【0125】また、請求項 5 に記載の発明によれば、立

体形状の細部形状であるフィレットやチャンファなどを 3 次元の立体のエッジの属性データとして有する展開手段を設け、細部形状の 2 次元投影図形にふさわしい 2 次元図形への展開を、3 次元の立体から 2 次元投影図を作成する図面化の段階で行うように構成したので、フィレットやチャンファを 3 次元形状処理として扱う必要がなくなり、システムの負荷を軽減することが可能となるため、コンピュータのレスポンスがよくなってスムーズな CAD 操作を行うことができ、また属性の変更のみで形状を変化させたり、元の形状を復元できるように設計変更を柔軟に行え、さらに、製図図面における形状表現で必要となるボカシ線分の図面化が簡単に行えるために、より品質の高い図面の自動作図が可能となるなどの効果がある。

【0126】また、請求項 6 に記載の発明によれば、投影属性に従って 2 次元の図形を作成する作成手段を設け、2 次元投影図形の修正情報に対応させて 3 次元の立体のエッジに投影属性を付与し、3 次元の立体から 2 次元投影図を作成する図面化の段階で 2 次元の図形の作成を行うように構成したので、2 次元投影図の変更を、ユーザの意図に合わせて 3 次元の立体形状および 2 次元図形処理に加工しているため、ユーザが 3 次元の立体形状に合わせて 2 次元の投影図と操作を検討する手間をなくすことができ、操作の検討時間が削減でき、設計作業の効率向上がはかれるばかりか、2 次元投影図形の操作を限定することがないため、より高度な作図作業を行える効果がある。

【0127】また、請求項 7 に記載の発明によれば、2 次元作図図形要素の修正を行う要素修正手段を設けて、2 次元投影図形の要素の修正に連動した 2 次元作図図形の要素の修正を、2 次元投影図形の要素と 2 次元作図図形の要素との接続情報を用いて行うように構成したので、3 次元の立体の修正による 2 次元投影図形の変更に連動して、ユーザが作図した 2 次元作図図形の修正が行われるため、2 次元作図図形の修正操作をなくすことが可能となり、そのために 2 次元作図図形と 2 次元投影図形との整合性のチェックや、2 次元作図図形の移動操作の時間をなくすことができ、作図作業の効率を向上させることができる効果がある。

【0128】また、請求項 8 に記載の発明によれば、投影属性に従って 2 次元の図形を作成する作成手段に加えて、2 次元作図図形要素を 3 次元形状の修正要素に変換する変換手段を設け、2 次元作図図形の要素から 3 次元形状の修正要素への変換を、2 次元投影図形の要素と 2 次元作図図形の要素との接続情報を用いて行うように構成したので、3 次元形状処理の操作であるローカルオペレーションを 2 次元作図で行うことができるため、ユーザはローカルオペレーションで必要となる 3 次元操作を意識することなく 3 次元の立体修正が可能となっており、3 次元形状を従来から利用している 2 次元ベースの操作で

操作でき、3 次元操作の修得やユーザ処理時間を軽減することが可能となり、作図作業の効率を向上させることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施例 1～8 における 2 次元 3 次元統合型 CAD システムのシステム構成を示すブロック図である。

【図 2】 この発明の実施例 2 における 2 次元図形による 3 次元の立体配置の具体例を示す説明図である。

【図 3】 上記実施例における 2 次元図形による 3 次元の立体配置の別の具体例を示す説明図である。

【図 4】 上記実施例における 2 次元図形による 3 次元の立体配置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 5】 上記実施例における奥行き方向の自動配置の具体例を示す説明図である。

【図 6】 上記実施例における奥行き方向の自動配置の具体例の処理結果を示す説明図である。

【図 7】 上記実施例 2 における奥行き方向の自動配置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 8】 この発明の実施例 3 における 3 次元の立体配置の具体例を示す説明図である。

【図 9】 上記実施例における 3 次元の立体配置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 10】 この発明の実施例 4 における 2 次元図形を用いた立体配置の 2 次元図面の具体例を示す説明図である。

【図 11】 上記実施例における 2 次元図形を用いた立体配置の立体投影図の具体例を示す説明図である。

【図 12】 上記実施例における 2 次元図形を用いた立体配置の処理概念を示す説明図である。

【図 13】 上記実施例における 2 次元図形を用いた立体配置の 2 次元図面の別の具体例を示す説明図である。

【図 14】 上記実施例における 2 次元図形を用いた立体配置の立体投影図の別の具体例を示す説明図である。

【図 15】 上記実施例における 2 次元図形を用いた立体配置の処理概念を示す説明図である。

【図 16】 上記実施例における 2 次元図形を用いた立体配置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 17】 この発明の実施例 5 におけるフィレット属性による図面処理の入力の具体例を示す説明図である。

【図 18】 上記実施例におけるフィレット属性を付加する対象の立体形状の具体例を示す説明図である。

【図 19】 上記実施例におけるフィレット属性を付加した立体形状の具体例を示す説明図である。

【図 20】 上記実施例におけるフィレット属性を付加した立体形状の 2 次元-3 次元リンクデータの具体例を示す説明図である。

【図 21】 上記実施例におけるフィレット属性を付加した立体を投影した 2 次元図形を処理する具体例を示す

33

説明図である。

【図 2 2】 上記実施例におけるフィレット属性を付加するまでの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 2 3】 上記実施例におけるフィレット属性を付加した立体の図面化処理の流れを示すフローチャートである。

【図 2 4】 この発明の実施例 6 における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 2 5】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 2 6】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 2 7】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 2 8】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 2 9】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 3 0】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 3 1】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 3 2】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 3 3】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 3 4】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 3 5】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 3 6】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 3 7】 上記実施例における 2 次元投影図の修正操作に対する処理を説明するための説明図である。

【図 3 8】 この発明の実施例 7 における 2 次元投影図形の修正に連動して 2 次元作図図形を自動修正する処理を説明するための説明図である。

34

【図 3 9】 上記実施例における 2 次元投影図形の修正に連動して 2 次元作図図形を自動修正する処理を説明するための説明図である。

【図 4 0】 上記実施例における 2 次元投影図形の修正に連動して 2 次元作図図形を自動修正する処理を説明するための説明図である。

【図 4 1】 上記実施例における 2 次元投影図形の修正に連動して 2 次元作図図形を自動修正する処理を説明するための説明図である。

10 【図 4 2】 この発明の実施例 8 における 2 次元作図図形を 3 次元形状に対する修正要素に変換する処理を説明するための説明図である。

【図 4 3】 上記実施例における 2 次元作図図形を 3 次元形状に対する修正要素に変換する処理を説明するための説明図である。

【図 4 4】 上記実施例における 2 次元作図図形を 3 次元形状に対する修正要素に変換する処理を説明するための説明図である。

20 【図 4 5】 上記実施例における 2 次元作図図形を 3 次元形状に対する修正要素に変換する処理を説明するための説明図である。

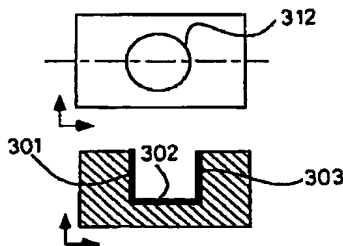
【図 4 6】 上記実施例における 2 次元作図図形を 3 次元形状に対する修正要素に変換する処理を説明するための説明図である。

【図 4 7】 従来の 2 次元 3 次元統合型 CAD システムのシステム構成を示すブロック図である。

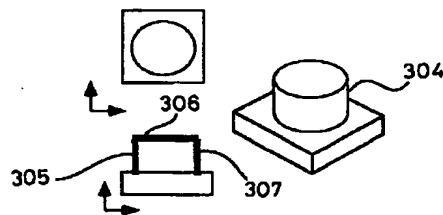
【符号の説明】

1 1 ユーザインタフェース部（入力装置、出力装置）、1 2 コマンド解析処理部、1 3 図形表示処理部（表示手段）、1 4 2 次元図形処理部（作図手段）、1 5 2 次元 3 次元統合図形処理部（処理手段、要素修正手段）、1 6 3 次元処理パラメータ算出部、1 7 2 次元変更～3 次元変更変換処理部（変換手段）、1 8 立体形状処理部（修正手段、処理手段）、1 9 投影面管理データ、2 0 図面化処理部（投影手段、展開手段、作成手段）、2 1 2 次元～3 次元リンクデータ（関係管理手段）、2 2 図面データ、2 3 立体形状データ（立体管理手段）。

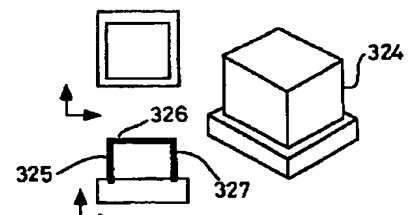
【図 1 0】



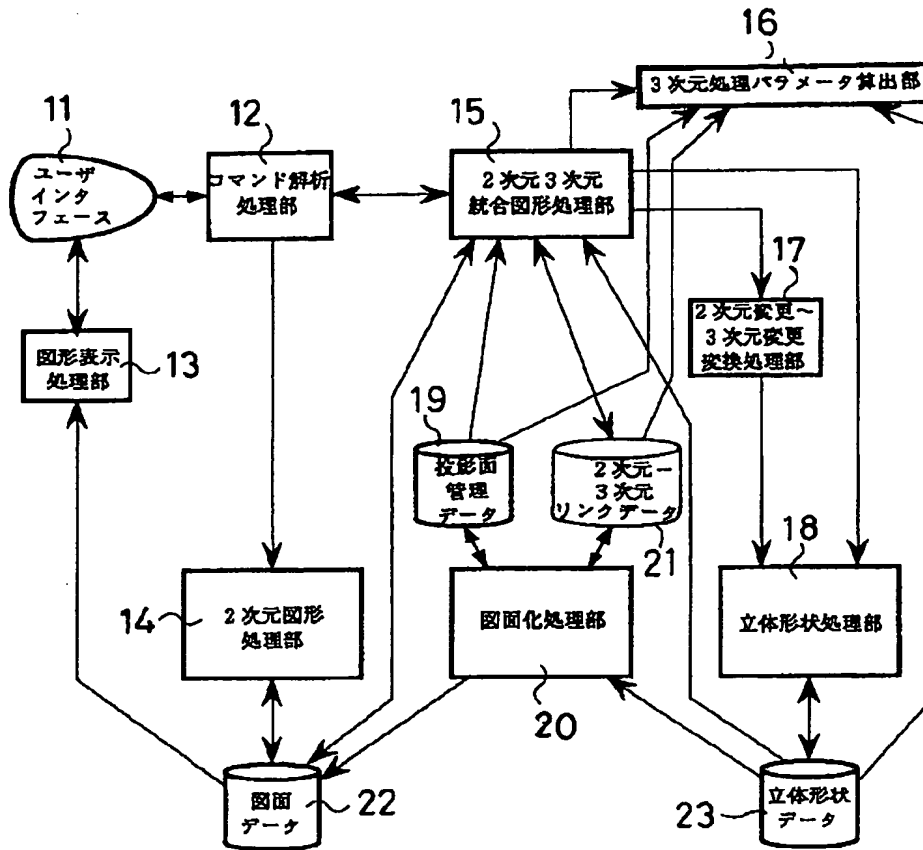
【図 1 1】



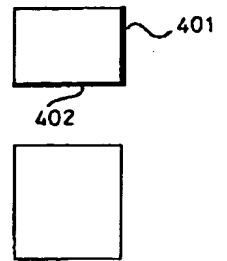
【図 1 4】



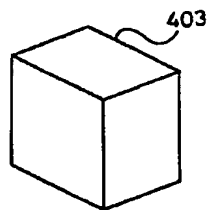
【図1】



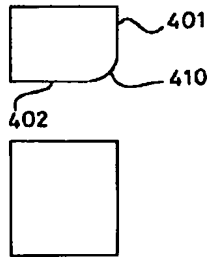
【図17】



【図18】

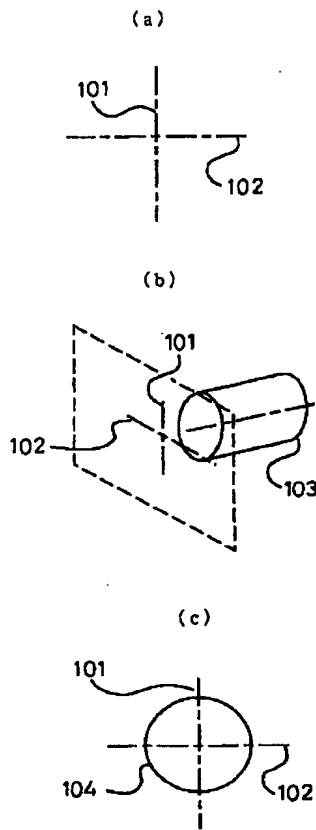


【図21】

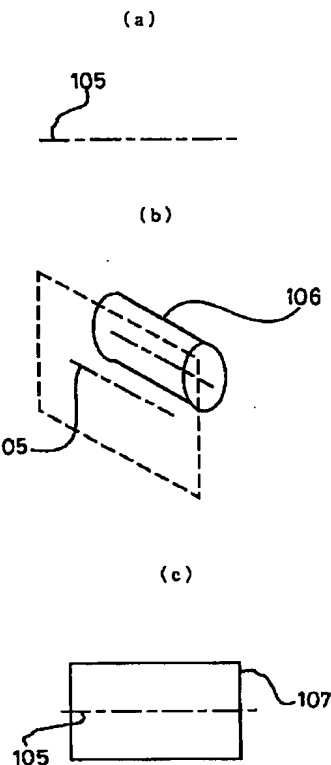


- 11 : ユーザインタフェース部 (入力装置、出力装置)
- 13 : 図形表示処理部 (表示手段)
- 14 : 2次元図形処理部 (作図手段)
- 15 : 2次元3次元統合図形処理部 (処理手段、要素修正手段)
- 17 : 2次元変更～3次元変更変換処理部 (変換手段)
- 18 : 立体形状処理部 (修正手段、処理手段)
- 20 : 図面化処理部 (投影手段、展開手段、作成手段)
- 21 : 2次元-3次元リンクデータ (関係管理手段)
- 23 : 立体形状データ (立体管理手段)

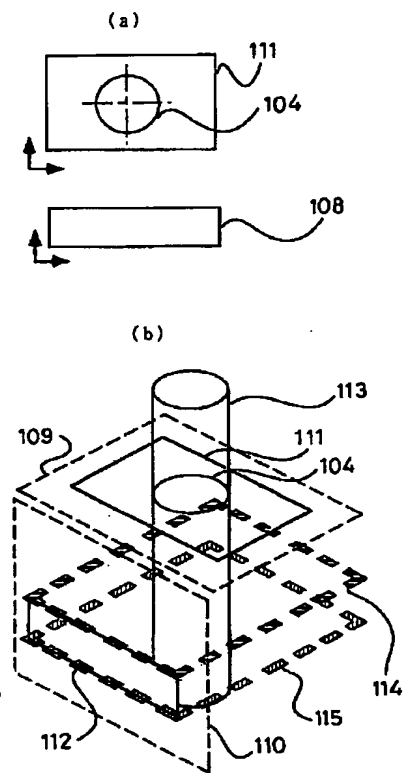
【図2】



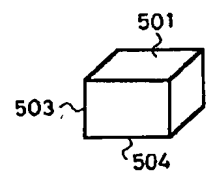
【図3】



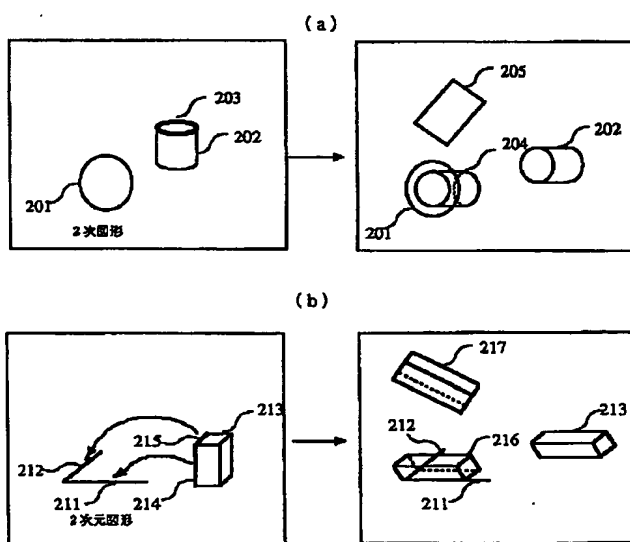
【図5】



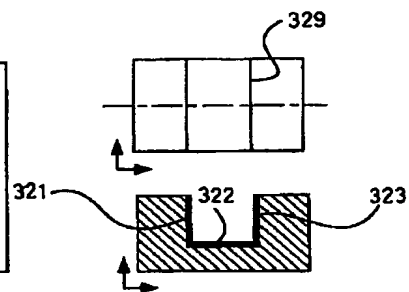
【図24】



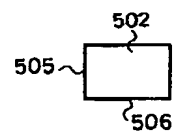
【図8】



【図13】



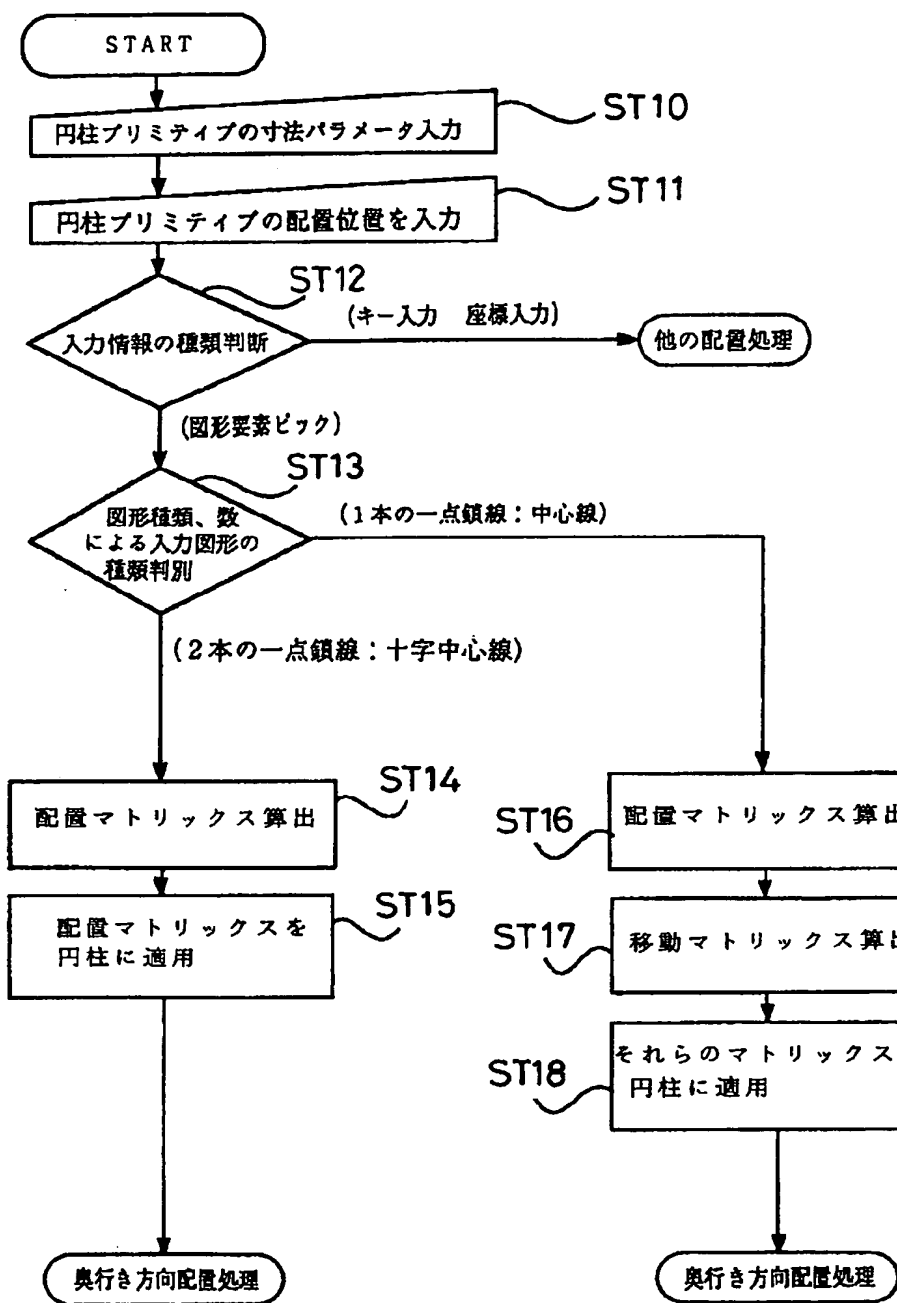
【図25】



【図26】

3次元 形状要素	2次元 図形要素	投影制御 フラグ
503	505	投影モード
504	506	投影モード

【図 4】



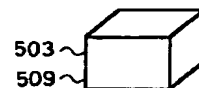
【図 28】

3次元 形状要素	2次元 図形要素	投影制御 フラグ
503	—	非投影モード
504	506	投影モード

【図 31】

3次元 形状要素	2次元 図形要素	投影制御 フラグ
503	506	投影モード
504	506	投影モード
508	507	投影モード

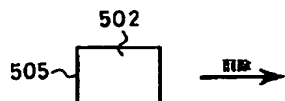
【図 33】



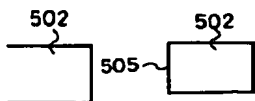
【図 34】

3次元 形状要素	2次元 図形要素	投影制御 フラグ
503	505	投影モード
504	506	投影モード
508	—	非投影モード

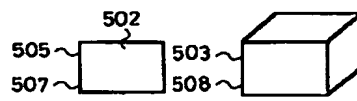
【図 27】



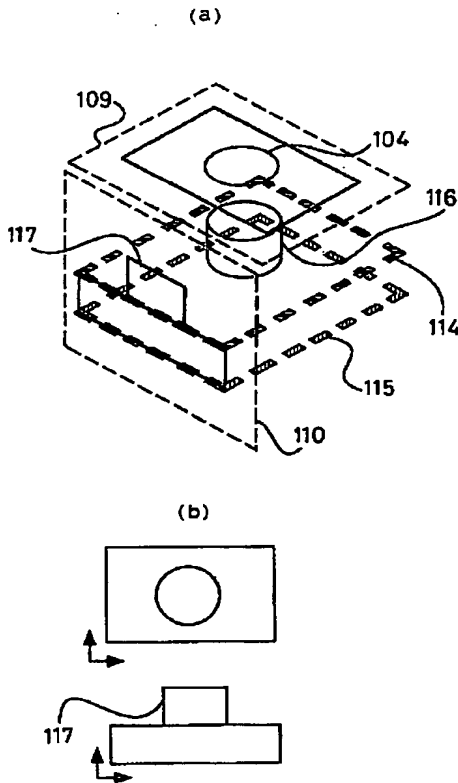
【図 29】



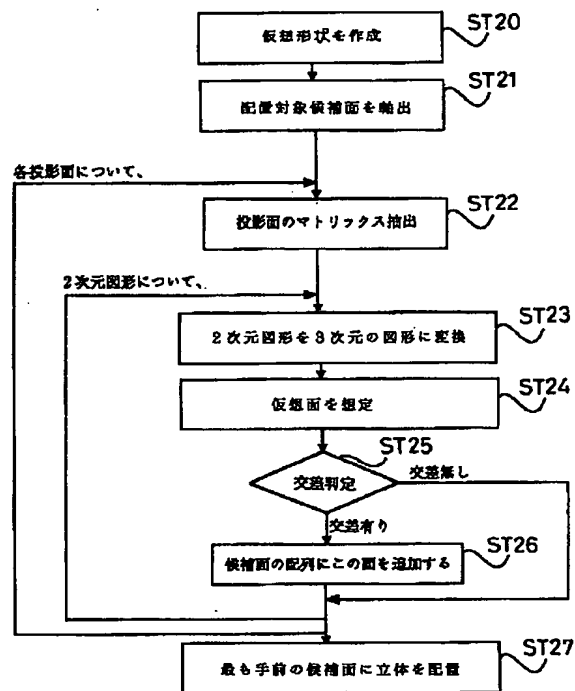
【図 30】



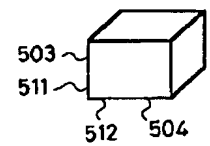
【図 6】



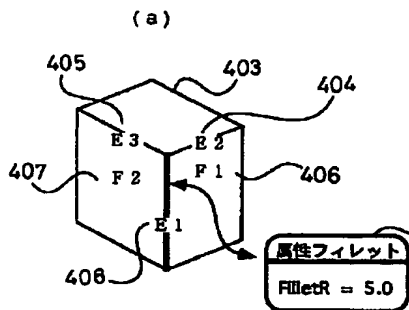
【図 7】



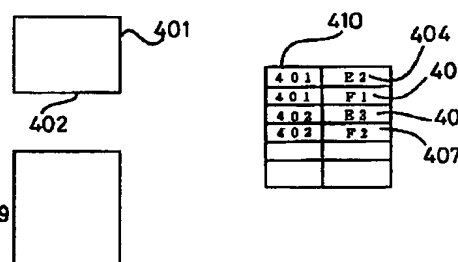
【図 3 6】



【図 1 9】



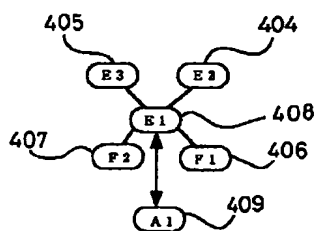
【図 2 0】



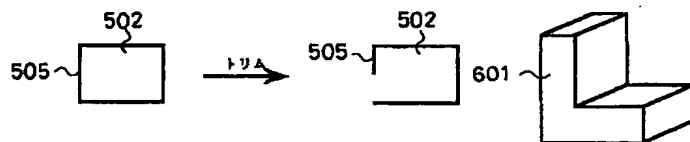
【図 3 7】

3次元 形状要素	2次元 図形要素	投影制御 フラグ
603	505	投影モード
504	506	投影モード
511	-	非投影モード
512	-	非投影モード

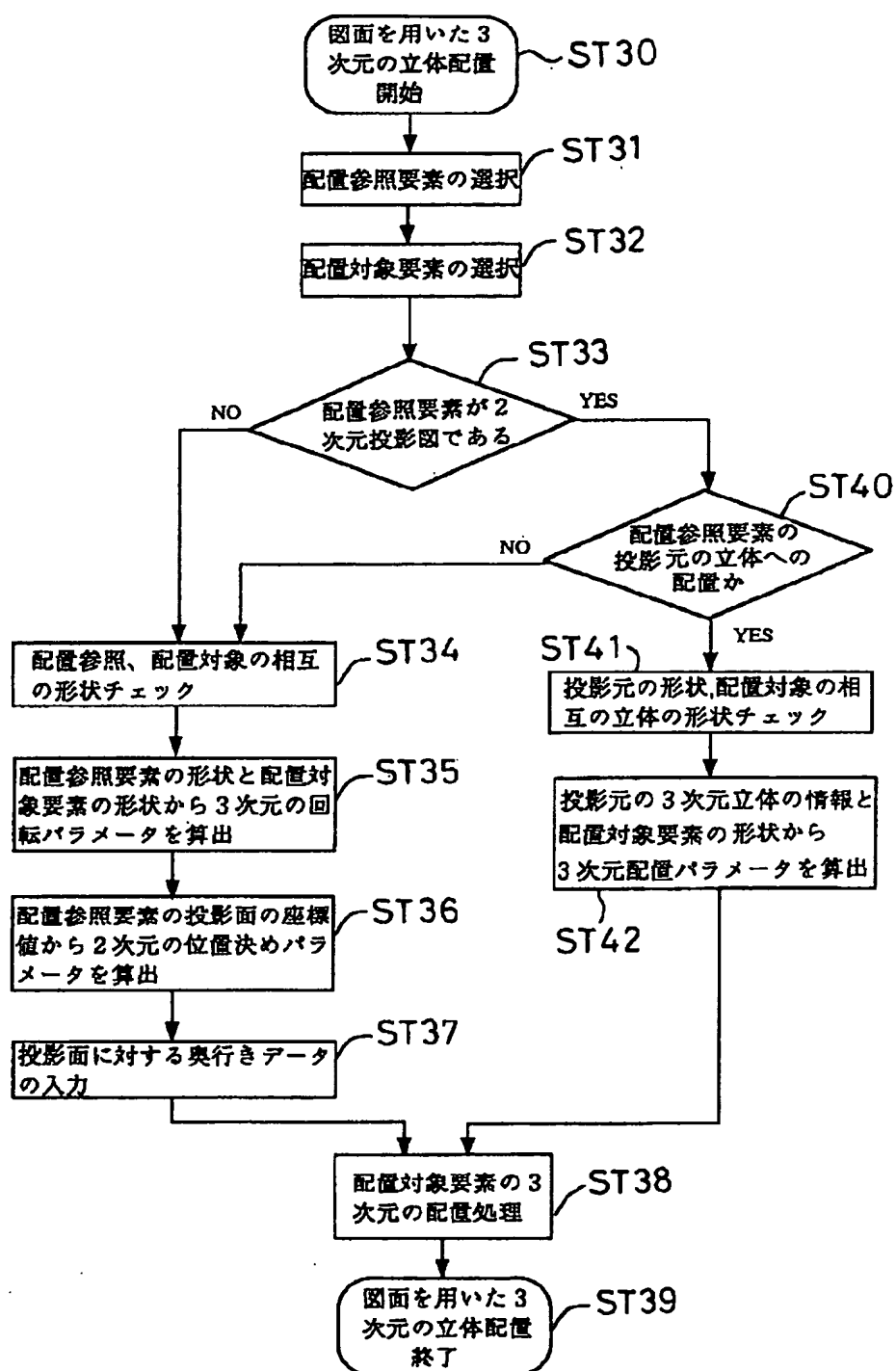
【図 3 2】



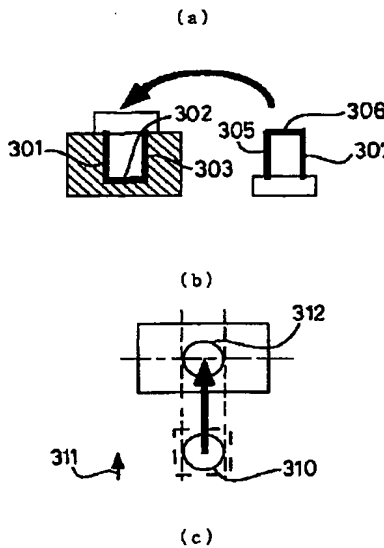
【図 3 8】



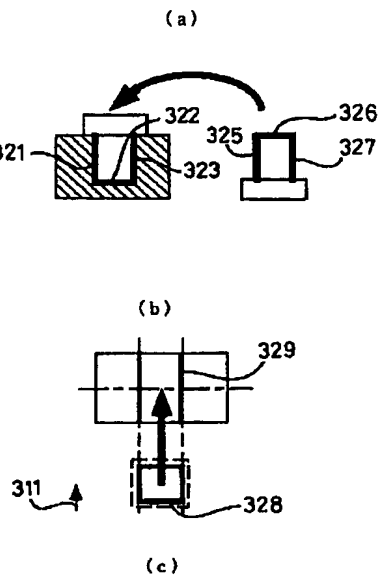
【図9】



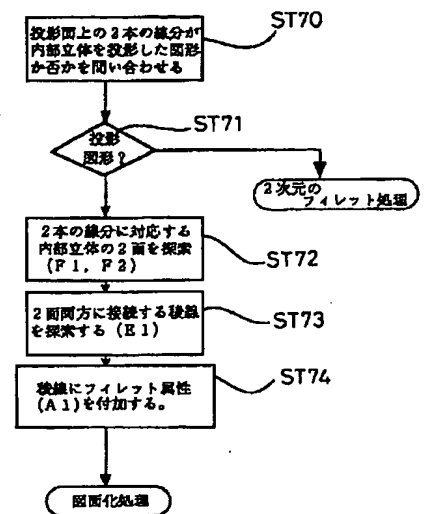
【図12】



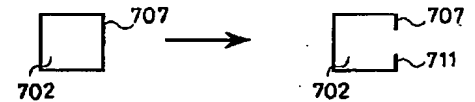
【図15】



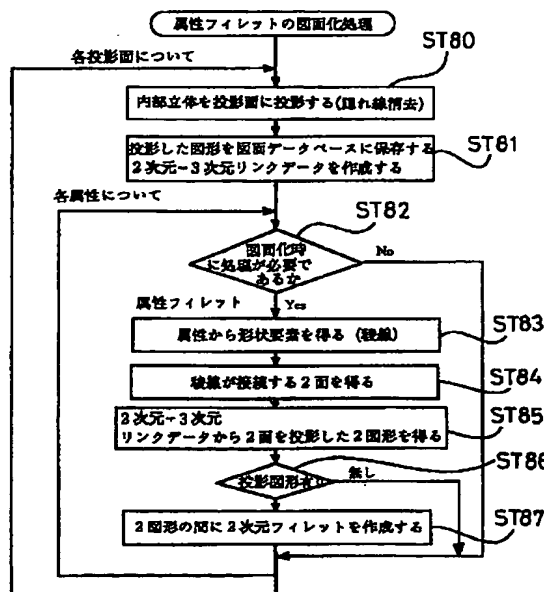
【図22】



【図43】



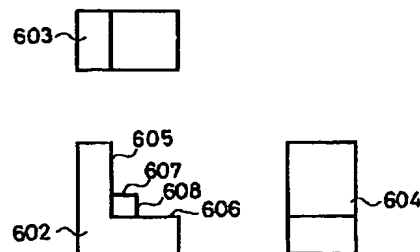
【図23】



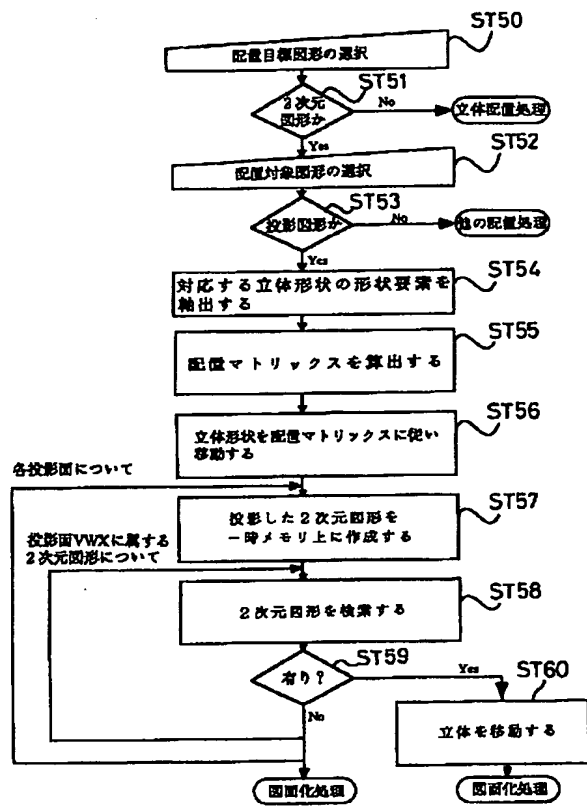
【図35】



【図39】



【図16】



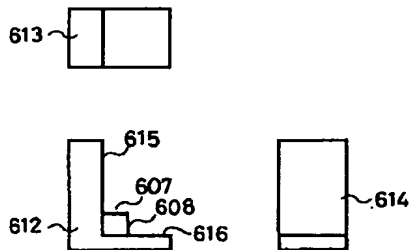
【図40】



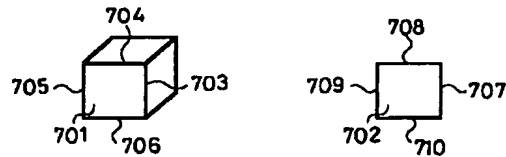
【図44】



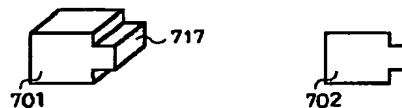
【図41】



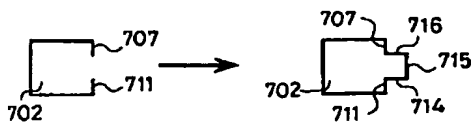
【図42】



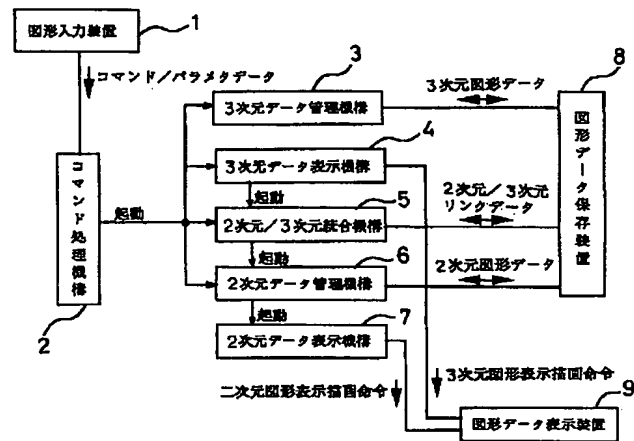
【図46】



【図45】



【図47】



フロントページの続き

(72)発明者 塩谷 景一
 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
 株式会社産業システム研究所内